Aus der Chirurgischen Universitätsklinik und -Poliklinik Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. E. Kern

---

# Befunde, Therapie und Spätergebnisse nach Wirbelfrakturen unter besonderer Berücksichtigung der Veränderungen der Statik der Wirbelsäule und röntgenologischen Veränderungen 2 – 22 Jahre nach dem Unfall, dargestellt am Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg der Jahre 1946 – 1967

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Klaus Münster
aus Regensburg

Würzburg 1970

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik und -Poliklinik Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. E. Kern

---

# Befunde, Therapie und Spätergebnisse nach Wirbelfrakturen unter besonderer Berücksichtigung der Veränderungen der Statik der Wirbelsäule und röntgenologischen Veränderungen 2 – 22 Jahre nach dem Unfall, dargestellt am Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg der Jahre 1946 – 1967

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Klaus Münster
aus Regensburg

Würzburg 1970

Referent: Priv. Doz. Dr. med. C. Vorster

Korreferent: Prof. Dr. med. E. K e r n

Tag der Promotion:

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät

der Universität Würzburg

M E I N E N  E L T E R N

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543520_0018

# I N H A L T S V E R Z E I C H N I S


A. EINLEITUNG 1

B. LITERATURÜBERSICHT 2

C. Das Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg der Jahre 1946 bis 1967 9

D. ERGEBNISSE 12

1. Besonderheiten der Wirbelsäulenverletzungen 12
   a. Einteilung der Verletzungen
   b. Entstehungs- und Unfallmechanismus

2. Lokalisation der Frakturen und Häufigkeit von Frakturen mehrerer Wirbelkörper 16

3. Typische Wirbelsäulenverletzungen und Prädisposition für bestimmte Altersgruppen 18
   a. isolierte WK-Verletzung
   b. vollausgebildete WK-Verletzung
   c. Luxationsfraktur
   d. Randleistenabbrüche

4. Spezielle Verletzungen der HWK 20
   a. Einteilung
   b. Bruchmechanismus
   c. Frakturen des 1. und 2. HWK

5. Symptomatik der WS-Verletzungen 22

6. Nebenverletzungen 22
   a. Lokalisation
   b. Häufigkeit

7. Wirbelfrakturen bei Kindern 24
   a. Lokalisation
   b. Einteilung der Verletzungen
   c. Bruchmechanismus
   d. Therapie
   e. Spätergebnisse

8. Therapie der Wirbelfrakturen an der HWS 27
a. Durchführung
b. Krankenhausaufenthalt
c. Zeitpunkt der Gipsabnahme
d. Spätergebnisse

9. Therapie der Wirbelfrakturen an der BWS und LWS 31
a. Durchführung
b. Frühergebnisse nach Aufrichtung
c. Ergebnisse der Therapie nach BÖHLER und MAGNUS im Vergleich
Erstes Aufstehen und Belasten
Krankenhausaufenthalt
Dauer der Nachbehandlung
Zeitpunkt der Arbeitsfähigkeit
d. Zeitpunkt der Gipsabnahme
e. anatomische Spätergebnisse

10. Haltungsänderungen in Abhängigkeit von der Zeit nach dem Unfall 38
a. 2 bis 11 Jahre nach dem Unfall
b. 12 bis 22 Jahre nach dem Unfall
c. Beziehungen zwischen Fehlhaltung, Schmerzangaben und Alter der Patienten

11. Vergleich der funktionellen Spätergebnisse der Therapie nach BÖHLER und MAGNUS bezüglich 43
a. Schmerzangaben der Patienten
b. Beweglichkeit der Patienten

12. Wichtige Befunde der Nachuntersuchung 46
a. Druck- und Klopfschmerz
b. Stauchungsschmerz
c. Hartspann der Muskulatur
d. Schmerzangaben und Lokalisation

13. Veränderungen an den WK im Rö-Bild bei der Nachuntersuchung 2 bis 22 Jahre nach dem Unfall 47

E. DISKUSSION 50

1. Entstehungsmechanismus der Wirbelsäulenverletzung und Lokalisation der Frakturen 50

2. Häufigkeit von Frakturen mehrerer WK 52

3. Symptomatik der WS-Verletzung 52

4. Nebenverletzungen 53

5. Lokalisation der typischen WS-Verletzungen und Prädisposition für bestimmte Altersgruppen 54

6. Wirbelfrakturen bei Kindern 55

7. Zusammenfassung und Vergleich der Ergebnisse der Therapie von HWS-Verletzungen 58

8. Zusammenfassung und Vergleich der Therapieergebnisse bei Frakturen der BWS und LWS 60

9. Posttraumatische Veränderungen der Statik der WS und Wertung der Befunde 66

10. Wertung wichtiger Befunde der Nachuntersuchung 68

11. Veränderungen an den Wirbelkörpern am Röntgenbild bei der Nachuntersuchung und Wertung der Befunde 69

12. Schlußfolgerung 72

F. ZUSAMMENFASSUNG 73

G. LITERATURVERZEICHNIS

ERKLÄRUNG DER ABKÜRZUNGEN

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| H | W | S | = | Halswirbelsäule |
| B | W | S | = | Brustwirbelsäule |
| L | W | S | = | Lendenwirbelsäule |
| H | W | K | = | Halswirbelkörper |
| B | W | K | = | Brustwirbelkörper |
| L | W | K | = | Lendenwirbelkörper |
| W | K | | = | Wirbelkörper |
| W | S | | = | Wirbelsäule |

# A. E I N L E I T U N G

Die mit der ständigen Zunahme der Verkehrs-, Betriebs- und Arbeitsunfälle steigende Zahl der Wirbelfrakturen, die Schwierigkeiten der Therapie, die lange Dauer der Arbeitsunfähigkeit und die Fülle von Spätschäden rechtfertigen und veranlassen eine eingehende Analyse des derzeitigen Standes der Behandlung von Wirbelfrakturen und die Veröffentlichung von Nachuntersuchungsergebnissen.

Nach einer Übersicht über die verschiedenen Auffassungen in der Therapie von Wirbelfrakturen werden am Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg der Jahre 1946 - 1967 die hier gebräuchlichen Behandlungsmethoden aufgezeigt und die Frühergebnisse bis zur Entlassung der Patienten aus der Klinik erläutert.

Anschließend werden die Spätergebnisse der Therapie dargestellt mit besonderer Berücksichtigung der Röntgenbefunde, der Haltungsänderungen und der Schmerzzustände. Die Ergebnisse wurden teils durch Nachuntersuchungen, teils durch Befragung von Patienten mittels Fragebogen und teils aus Gutachten der Chirurgischen Klinik ermittelt.

## B. L I T E R A T U R Ü B E R S I C H T

Wirbelsäulenverletzungen und deren Behandlung lassen sich in der Geschichte der Medizin weit zurückverfolgen. Die Beschreibungen und Therapievorschläge von Hippokrates, Paulus von Aegina (7. Jahrhundert n. Chr.), Ambroise Paré und Mercatus (16. Jahrhundert) sind mehr von dokumentarischem als medizinischem Wert. Eine systematische Therapie beginnt erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, als die Entdeckung der Röntgenstrahlen eine Umwälzung in der Auffassung von Bruch und Therapie brachte.

Trotzdem wurden zunächst entscheidende Fehler begangen, indem gänzlich übersehen wurde, welche Schäden die damalige Therapie durch die starre Immobilisation ohne gleichzeitig durchgeführte Übungsbehandlung setzte. Die enge Beziehung zwischen Wirbelkörper und Rückenmark und die Gefahr einer Verschiebung der Fragmente des gebrochenen Wirbels durch eine frühzeitige Übungsbehandlung wurden allgemein überschätzt.

Die Behandlungserfolge waren daher wenig ermutigend. Die Patienten wurden nach einer langen Liegezeit mit einem Stützmieder entlassen, weil man die Kümmell-Verneuilsche Späterkrankung fürchtete, und wurden mit wenigen Ausnahmen zu Dauerrentnern. Bei der Kümmell-Verneuilschen Erkrankung handelt es sich um einen rarefizierenden Prozeß der WK-Spongiosa nach Traumen der Wirbelsäule mit Wirbelkörper-Zusammenbruch nach Wochen oder Monaten.

Es schien, daß die Wirbelbruchbehandlung mit ziemlicher Resignation betrachtet wurde, da in der deutschen Gesellschaft für Chirurgie zum ersten Male 1932 über die Wirbelbruchbehandlung verhandelt wurde.

Erst die neuen Methoden von M a g n u s und B ö h l e r brachten eine Wandlung. 1929 veröffentlichte M a g n u s die Erfolge einer großen Zahl von funktionell behandelten Frakturen der Wirbelsäule.

Er verstand darunter folgendes:
Flachlagerung des Verletzten auf einer dünnen Matratze unter welcher sich ein Brett befindet. Bei stärkerer Gibbusbildung werden

Sandsäckchen untergelegt, zum Versuch eines langsamen Ausgleichs der Buckelbildung unter Vermeidung von Schmerzen. In den ersten zwei Wochen hält der Patient ruhige Rückenlage ein, unterbrochen von gelegentlicher Seitenlage.

In der dritten Woche beginnt man mit einer vorsichtigen Massage der Rückenmuskulatur, die in der fünften Woche durch zunehmende Aufrichtungsübungen im Bett vervollständigt wird. Mit Beginn der siebenten Woche nach dem Unfall steht der Patient erstmals auf. Nach dem Aufstehen beginnt die Ertüchtigungsbehandlung je nach Schwere der Verletzung, Alter und Kräftezustand. Hauptsache war Zweckgymnastik,Turnen und Ballspiel. Diese Therapie verschob sich zeitlich je nach Schwere und Lage des Wirbelbruches.Schwere Keilbildungen von Wirbelkörpern mit starkem Gibbus oder Verletzungen mehrerer Wirbelkörper wurden bis zu acht Wochen ohne Belastung therapiert. Diese Therapie fand Anwendung bei Wirbelbrüchen ohne Lähmung, bei Subluxation und selbst bei einigen Luxationsfrakturen.

Im Oktober 1930 brachte B ö h l e r zum ersten Male beim Unfallkongreß in Breslau Bilder von aufgerichteten Wirbelbrüchen, die in Anlehnung an ausländische Autoren (DAVIS, WATSON-JONES) therapiert worden waren. Böhler ergänzte die Behandlung dadurch, daß er die Patienten im retinierenden Gipsmieder eine spezielle Übungsbehandlung zur Kräftigung der Rückenmuskulatur durchführen ließ.

B ö h l e r ging von der Voraussetzung aus, daß bei Brüchen der Wirbelkörper die gleichen Verhältnisse vorliegen wie bei allen anderen Knochenbrüchen, und deshalb die Grundgesetze der Knochenbruchbehandlung befolgt werden müssen. Das heißt, daß ein Wirbelbruch eingerichtet bzw. aufgerichtet werden muß, daß er im Gipsmieder ruhiggestellt und retiniert werden muß und daß rechtzeitig eine geeignete,aktive, auf die Wirbelsäule bezogene Übungsbehandlung zur Kräftigung der Rückenmuskulatur zu erfolgen hat.

Die Aufrichtung des keilförmig deformierten Wirbelkörpers erfolgte im ventralen oder dorsalen Durchhang des Patienten. Durch die Hyperlordosierung des Patienten im Durchhang entsteht am vorderen Längsband der Wirbelsäule eine derartig starke Zugspannung, daß sich der Wirbelkörper im Idealfall auf nahezu normale Wirbelkörperhöhe entfalten läßt.

Zur Wiederherstellung der Achse der Wirbelsäule erschien diese Art der Therapie hervorragend geeignet. L. B ö h l e r konnte im ventralen Durchhang nur 60 % der Wirbelbrüche aufrichten, im dorsalen dagegen 89 %.
Zur Ruhigstellung wird in Hyperlordosierung ein Gipsmieder angelegt, das die gute Stellung des Wirbelkörpers nach der Reposition dauernd bis zur Konsolidierung der Fraktur erhalten soll. Mit dem Gipsmieder konnten die Patienten im Gegensatz zur Therapie nach Magnus sofort aufstehen und gymnastische Übungen durchführen. Durch die Retention mit dem Gipsmieder in Hyperlordose wird der gebrochene Wirbelkörper im ventralen Anteil, wo überwiegend die Fraktur lokalisiert ist, entlastet. Der Patient belastet die Wirbelsäule im Frakturbereich an der meist unverletzten hinteren Wirbelkörperkante ohne Schmerzen.

Aufgerichtet wurden nach Böhler die frischen Brüche der BWK und der LWK, die nach Abzug der Lordose einen Gibbus von mehr als 10 Grad erreichten. Nicht eingerichtet werden sollten dagegen die meisten Brüche des 1. bis 11. Brustwirbels, weil die aufgerichtete Stellung meist nicht zu erhalten war. Weiterhin werden nicht aufgerichtet Wirbelbrüche, die älter als 14 Tage sind, Wirbelbrüche bei Patienten über dem 60. Lebensjahr, bei Patienten in schlechtem Allgemeinzustand und mit erheblicher Adipositas. Bei veralterten Brüchen läßt sich die gestauchte Spongiosa des WK nicht mehr lösen. Eine WK-Aufrichtung bei alten Patienten bedeutet eine zu starke Belastung für den Organismus. Eine Gegenindikation zur Aufrichtung sind ferner die abgebrochenen hinteren oberen Wirbelkörperkanten, die bei der Aufrichtung das Rückenmark verletzen können. Für die Ruhigstellung ist nach Böhler das Tragen eines Gipsmieders für 14 Wochen erforderlich.
Zwischen beiden Therapien steht die langsame Aufrichtung des komprimierten Wirbelkörpers in der R a u c h f u ß s c h e n Schwebe. Das Prinzip dieses Verfahrens ist schon alt. Ein Gurt, der exakt unter dem frakturierten Wirbel und damit an der Achsenknikkung der Wirbelsäule zu liegen kommt, bringt den Körper schonend in Hyperlordose. Das Gewicht der cranial und caudal der Verletzungsstelle gelegenen Körperhälfte übt über das vordere Längsband einen Zug am komprimierten Wirbelkörper aus.

Die Rauchfußsche Schwebelagerung findet Anwendung bei isolierten Wirbelkörperbrüchen der unteren Brust und oberen Lendenwirbelsäule. Die Schwebelagerung dauert 6 Wochen, anschließend erfolgt Lagerung nach MAGNUS und Übungsbehandlung für weitere 6 Wochen.

Zur Verbesserung der Übungsbehandlung führte KLAPP 1930 die von ihm entwickelte Methode der Heilbehandlung in die Wirbelsäulen-Therapie ein. KLAPPS Ziel war es, bei seinen Patienten in etwa die Beweglichkeit wie vor der Fraktur zu erreichen und Neurosen, wie sie durch die lange Therapiedauer aufgetreten waren, zu vermeiden. Das Klappsche Verfahren mit Kriechübungen und Streichmassage war wie kein anderes geeignet, der geschädigten Wirbelsäule ihre Funktion wiederzugeben.

Über die letzten 40 Jahre zieht sich die zum Teil heftige Diskussion über die Böhlersche Aufrichtung und die funktionelle Behandlung nach MAGNUS hin, während die Rauchfußsche Schwebelagerung eine untergeordnete Stellung eingenommen hat. BECKER, LANGE, LEHMANN, SCHEIDT, SUNDER-PLASSMANN, WACHS traten für das Böhlersche Verfahren ein.
Zur Therapie nach Magnus bekannten sich BÜRKLE de la CAMP, EVRARD, HANSEN, LOB, NICOLL, SCHÜTZ, SCHWERDTFEGER und STRAUBE. SCHÜTZ ist der Ansicht, daß das Böhlersche Verfahren mit einem wesentlichen Risiko für den Verletzten behaftet ist, und daß die Mehrzahl der Wirbel nach Jahren wieder zusammensintert.
EVRARD verweist auf die ungünstige psychologische Wirkung des Gipses.
BÜRKLE de la CAMP betrachtet das Böhlersche Verfahren skeptisch, da es im Anschluß an die Reposition bei einem Patienten zu Lähmungserscheinungen gekommen war. LOB verweist auf den meist erfolgenden Einbruch des nucleus pulposus in den Wirbelkörper und einer daraus resultierenden mangelnden Verfestigung der Frakturstelle durch geringe endostale Kallusbildung, da der nucleus pulposus nicht an Verknöcherungsvorgängen teilnimmt.

Es scheint, daß wenigstens was die Indikation anbelangt, ein Ausgleich zwischen beiden Theorien stattgefunden hat, und der überwiegende Teil der heutigen Chirurgen beide Möglichkeiten der Behandlung ausnützt, je nach Röntgenbefund, Schwere der Verletzung

und Lokalisation der Fraktur. Nach PITZKE (1958) ergab eine Auswertung von 316 Stellungnahmen von Chirurgen der Bundesrepublik Deutschland, daß 11 % grundsätzlich die Aufrichtung nach BÖHLER, 21 % die funktionelle Therapie nach MAGNUS, und 68 % beide Methoden anwenden. So wurden von 11 811 Wirbelfrakturen,die PITZKE erfaßte, 29,2 % nach BÖHLER und 70,8 % nach MAGNUS behandelt.

Unter den Arbeiten der letzten zehn Jahre erscheinen zwei besonders bemerkenswert, eine von DEHNE und SCHUBERT (1958) und die von EHLERT aus der chirurgischen Klinik Darmstadt (1966).
DEHNE und SCHUBERT stellten fest, daß die Stärke der "soziosomatischen Beschwerden" und die Dauer der auf das Trauma folgenden Therapie direkt proportional übereinstimmen. Die Verfasser bemühten sich, die Behandlungszeit zu verkürzen und damit die Möglichkeit der Entstehung von Behandlungsneurosen zu verringern.Die Patienten wurden nach zehn Tagen strenger Bettruhe 8 Tage intensiv mobilisiert und anschließend dienstfähig geschrieben. Die Mehrzahl der Patienten konnte ihren Dienst voll erfüllen. Bei der Nachuntersuchung fand man keine Zunahme der Kompression der Wirbelkörper.
EHLERT lehnt die Kümmell-Verneuilsche Erkrankung ab und geht von der Überzeugung aus,daß ein gebrochener Wirbelkörper sich für die Dauer nicht aufrichten läßt, aber ebensowenig weiter deformiert wird, wenn nicht eine außerordentliche erneute Gewalteinwirkung zustandekommt.
Er behandelt die Frakturen seit 1963 nur noch mit Bettruhe von 5 Tagen. Nach dieser Zeit müssen die Patienten aufstehen und regelmäßig Gymnastik und Schwimmen betreiben. Die Beschwerden sind auffällig gering. Der durchschnittliche Klinikaufenthalt beläuft sich auf drei Wochen. Bei der Nachuntersuchung zeigte sich das funktionelle Ergebnis nicht schlechter als das der Therapie nach Magnus. Ausschlaggebend für den Erfolg ist seiner Ansicht nach die achtwöchige intensive Krankengymnastik.

Eine gründliche Diskussion scheint auch der Vorschlag von REBER und NIGST (1966) wert, die zur Hyperlordosierung der Wirbelsäule aufblasbare Polyäthylensäcke verwenden. Zur raschen Herstellung von Liegeschalen und Reklinationskorsetts wird ein glasfaserverstärktes Kunstharzgemisch auf den Sack aufgebracht und der Pa-

tient hineingelegt. Dann erfolgt unter Aufblasen des Sackes die Aufrichtung unter Röntgenkontrolle.

Die Behandlung der Ws-Verletzungen ist also durchaus noch problematisch. Noch sind die Ansichten über die bestmögliche Therapie unterschiedlich.Vorerst gibt es noch keinen Weg zu einer einheitlichen Behandlung.
Das mag wohl zum größten Teil daran liegen, daß durch die Vielzahl der Wirbel die Verletzungsformen sehr unterschiedlich sein können, und dem muß die Therapie Rechnung tragen.
In jedem Falle ist eine strenge individuelle Indikationsstellung am Platze, die die Verletzungsart, die Lokalisation, die Nebenverletzungen, das Alter des Patienten, das Alter der Verletzung und die Erfahrung des Therapierenden berücksichtigt.

Gemeinsam ist allen Verfahren das Bemühen, durch frühzeitige Übungsbehandlung die Rückenmuskulatur zu kräftigen und deren natürliche Stützfunktion für die traumatisierte Wirbelsäule zu erhalten.

## ALLGEMEINE STATISTIK

| | Zeitraum 1946 - 56 | Zeitraum 1957 - 67 | Zeitraum 1946 - 67 | |
|---|---|---|---|---|
| Gesamtanzahl | 213 Patienten | 300 Patienten | 513 Patienten | |
| Nachuntersucht | 31 | 55 | 86 | 16,76 % |
| Fragebogen beantwortet | 43 | 102 | 145 | 28,24 % |
| Querschnittslähmungen | 50 | 38 | 88 | 17,19 % |
| Verstorben i. d. Klinik | 26 | 32 | 58 | 11,31 % |
| davon Querschnittsgelähmte | 25 | 23 | | |

## C. DAS KRANKENGUT DER CHIRURGISCHEN UNIVERSITATSKLINIK WÜRZBURG DER JAHRE 1946 BIS 1967

### Methodik und Fragestellung

Das Krankengut der Chirurgischen Universitäts- und Poliklinik Würzburg der Jahre 1946 - 1967 wies 513 traumatisch bedingte Wirbelfrakturen auf. Es wurde statistisch ausgewertet, um Aussagen über Befunde und Therapie machen zu können.

Folgende Punkte wurden besonders berücksichtigt:

1. Bruchformen und Entstehungsmechanismus
2. Lokalisation der Frakturen
3. Typische Wirbelsäulenverletzungen und Bezug zum Alter der Patienten
4. Symptomatik
5. Nebenverletzungen
6. Therapie der Wirbelfrakturen

Der Wert der Behandlungsverfahren muß von mehreren Gesichtspunkten aus betrachtet werden. Im Vordergrund steht zunächst die Wiederherstellung der durch das Trauma veränderten WK-Form und die Belastbarkeit der Frakturstelle. Sie sind die Voraussetzungen für die spätere Möglichkeit einer funktionellen Wiederbeanspruchung. Weitere wichtige Punkte sind der Beginn der Übungsbehandlung, der Zeitpunkt des ersten Aufstehens, die Dauer der Nachbehandlung und der Zeitraum bis zur Erlangung der Arbeitsfähigkeit. Funktionelle und anatomische Spätergebnisse sollten in jedem Fall berücksichtigt werden.
Wir konnten Patienten 2 bis 22 Jahre nach dem Trauma ihrer Wirbelsäulenverletzung nachuntersuchen.

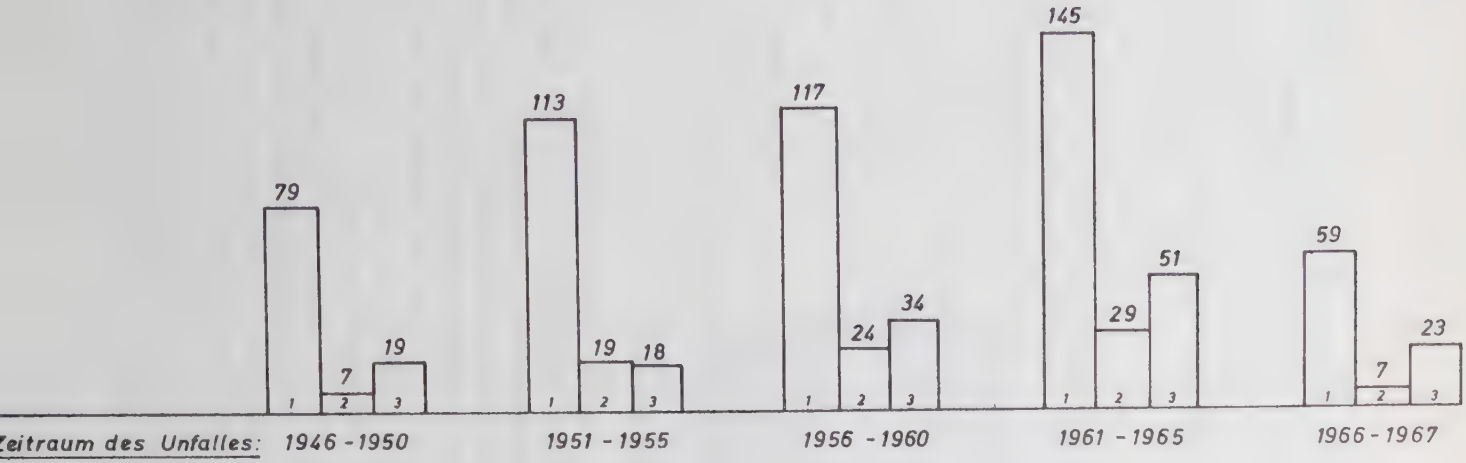
Zur Ermittlung der Spätergebnisse wurden die Patienten (ausgenommen Querschnittsgelähmte,Ausländer und Privatpatienten)mittels Fragebogen angeschrieben und zur Nachuntersuchung gebeten.
Ausgefüllte Fragebogen wurden von 145 Patienten (28,24 %) zurückgeschickt und 86 Patienten (16,76 %) erschienen zur Nachuntersuchung, in der auch Röntgenaufnahmen angefertigt wurden. Auf diese Weise konnten Spätergebnisse von 45 % aller einschlägigen Patienten ausgewertet werden.
Ergänzt wurden die Ergebnisse noch durch die Kartei der Chirurgischen Poliklinik und durch Gutachten der Klinik.

Erschwerend wirkte, daß Angaben von Patienten, die in den ersten Nachkriegsjahren behandelt worden waren, wegen des erfolgten Wohnungswechsels und anderer Gründe nicht in der gleichen Anzahl zu erhalten waren, als von Patienten, die in den folgenden Jahren therapiert wurden.

Folgende Punkte wurden bei der Nachuntersuchung besonders berücksichtigt:

1. bestehen Beziehungen zwischen den geklagten Spätbeschwerden und der Therapieform nach BÖHLER und MAGNUS ?
2. bestehen Beziehungen zwischen Fehlhaltung und Beschwerden in Abhängigkeit vom Alter des Patienten, der Spangenbildung und der Ausbildung der Rückenmuskulatur?
3. bestehen Unterschiede in der Beweglichkeit der Patienten bezogen auf die Therapiemethode nach BÖHLER und MAGNUS ?
4. traten auf das Trauma zu beziehende Haltungsänderungen der Wirbelsäule seit dem Unfallereignis ein ?
5. Welche im Röntgenbild nachzuweisende Veränderungen an den WK sind in der nach dem Unfall abgelaufenen Zeit entstanden ?
6. wie häufig kam es zu einer Nachsinterung der frakturierten WK nach Behandlungsabschluß ?

# VERTEILUNG DER FÄLLE ÜBER DIE JAHRE 1946 - 1967




1 = Zahl der Fälle

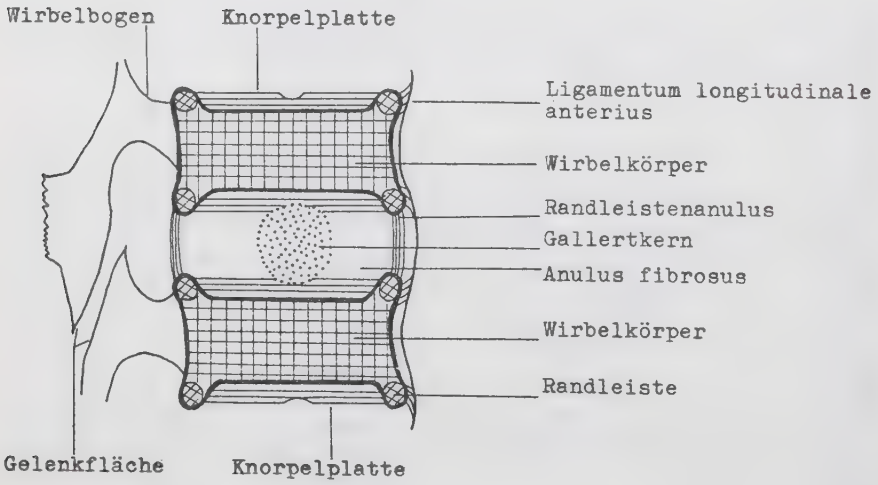
2 = Nachuntersuchte Patienten

3 = Fragebogen erhalten

# D. E R G E B N I S S E

## 1. BESONDERHEITEN DER WIRBELSÄULENVERLETZUNGEN

Wirbelkörperaufbau




Die Besonderheiten und Mannigfaltigkeiten der Wirbelsäulenverletzungen sind bedingt durch die wechselnden Formen der Wirbelkörper, durch die enge Beziehung zwischen Wirbelkörper und Bandscheibe, durch die Höhe und den kolloid-chemischen Zustand der Bandscheibe und durch die Art und die Stärke der Gewalteinwirkung. Nach LOB sind die Verletzungen der Halswirbelsäule dem Mechanismus nach vorwiegend Beugungsverletzungen, entweder durch Flexion nach vorne oder nach hinten. Reine Stauchungsbrüche sind selten. Es überwiegen deshalb Luxationsfrakturen und echte Luxationen.
Die Ursachen für die häufigen Verrenkungen an der Halswirbelsäule ergeben sich aus deren großen Beweglichkeit und aus dem Bau der kleinen Wirbelgelenke. Die Gelenkflächen sind plan und um etwa 45 Grad gegen die Horizontale von vorne oben nach hinten unten geneigt, so daß sich beugende Kräfte direkt an den Gelenken auswirken können.

An der oberen Brustwirbelsäule überwiegen die isolierten Stauchungs- und Biegungsbrüche bei Erhaltenbleiben der Deck- und Grundplatten mit keilförmiger Verschmalerung des Wirbelkörpers in Richtung von dorsal nach ventral. Nicht selten finden sich auch Bogen- und Gelenkfortsatzbrüche oder Subluxationsstellung in den Wirbelbogengelenken.

Entsprechend der Höhenzunahme der Bandscheiben nach caudalwärts tritt die Sprengwirkung des unter hohem Binnendruck stehenden Gallertkernes immer deutlicher in Erscheinung (LOB).
Da der Anulus fibrosus bei einer Krafteinwirkung auf die WS der plötzlichen starken Drucksteigerung des nucleus pulposus meist standhält, kann sich der Binnendruck mit Explosivkraft in voller Stärke auf die Grund - und Deckplatten des WK auswirken und sie eindrücken.

Der Übergang von der wenig beweglichen BWS in die beweglichere LWS und die breiteren und höheren Zwischenwirbelscheiben bestimmen maßgebend die Form der häufigen Verletzungen an der eine funktionelle Einheit darstellenden unteren BWS und oberen LWS.

Man findet nach LOB Brüche der WK mit Einbrüchen der Deck- und Grundplatten und Keilform, Abbrüche von Teilen der Randleiste vorne und seitlich, Sprengungs- und Zertrümmerungsbrüche mit tiefem Vorfall von Bandscheibengewebe in den Bruchtrichter, ferner Bogen-, Querfortsatz- und Luxationsfrakturen.

a. Einteilung der Wirbelsäulenverletzungen

Es hat sich für uns bewährt, die Einteilung nach LOB auf funktioneller und pathologisch-anatomischer Grundlage zu übernehmen. Man erhält so auch Hinweise auf die Schwere der Verletzung.

Wir fanden im Krankengut unserer Klinik in Anlehnung an dieses Schema folgende Fälle:

| | |
|---|---|
| Isolierte Wirbelkörperbrüche | 112 Fälle |
| Vollausgebildete Wirbelkörperverletzung mit Bandscheibenbeteiligung | 271 Fälle |
| Luxationsfrakturen | 70 Fälle |
| Subluxationen | 15 Fälle |
| echte Luxationen ohne Frakturen | 8 Fälle |
| Isolierte Querfortsatzbrüche | 39 Fälle |
| Isolierte Bogenbrüche | 14 Fälle |
| Isolierte Dornfortsatzbrüche | 7 Fälle |

Die isolierten Querfortsatzfrakturen waren ausschließlich an der LWS zu finden.
Isolierte Bogenfrakturen fanden wir an der HWS.
Die isolierten Dornfortsatzfrakturen verteilen sich gleichmäßig über die gesamte WS.
Die Verteilung der Luxationen, Subluxationen und Luxationsfrakturen über die WS gibt die Tabelle 1 wieder.

## LOKALISATION VON VERRENKUNGSBRÜCHEN

*(1946 - 1967)*

| | *Luxation* | *Subluxation* | *Luxationsfraktur* |
|---|---|---|---|
| *HWS* | *3* | *13* | *47* |
| *BWS* | *2* | *1* | *19* |
| *LWS* | *3* | *1* | *4* |

*Tabelle 1*

b. Entstehungs- und Unfallmechanismus

Die Kenntnis der Mechanik der Wirbelsäulenverletzungen ist von großer Bedeutung. Nur so können klare Diagnosen gestellt und die abzuleitenden therapeutischen Maßnahmen folgerichtig durchgeführt werden (WITT).

Eine indirekte Gewalteinwirkung (Unfallmechanismus) führte bei 423 Patienten (82,45%) zur Wirbelverletzung. 90 Patienten (17,55%) wurden durch eine direkte Gewalteinwirkung betroffen.

Die Hauptursachen für den direkten Mechanismus waren:

Schläge in den Rücken durch Eisenstangen, Baumstämme, Balken, Steine, Säcke und Holzstöße, ferner Stürze auf Treppenkanten und gegen die Badewanne.
Eine indirekte Gewalteinwirkung kann die Wirbelsäule in der Längsrichtung als reine Stauchung treffen (Sturz auf Kopf oder Gesäß), ruckartig nach vorne beugen oder nach hinten überstrecken. Ferner kann das Trauma durch eine Drehung der WS um die Längsachse ausgelöst werden.
Ein Mechanismus wirkt sich meist nie isoliert aus, sondern im Zusammenspiel von Stauchung mit Flexion und Torsion.
Die weitaus häufigste Verletzungskombination ist die Längsstauchung mit Hyperflexion.

Man unterscheidet nach GLORIEUX funktionell-dynamisch:

1. Hyperflexionsbruch (Flexionsbruch bei freier Flexion)
2. Stauchungsbruch (Flexionsbruch bei behinderter Flexion)
3. Hyperextensionsbruch

Der typische Hyperflexionsbruch weist im Röntgenbild eine Keilform des Wirbelkörpers im ventralen Abschnitt, breitbasige Eindellung der oberen Deckplatte und Stufenbildung an der vorderen Kontur des Wirbelkörpers mit Absprengung der Wirbelkörpervorderkante und Subluxationsstellung der Wirbelgelenke auf. In einem Fall fanden wir bei einer Hyperflexionsfraktur mit Torsion an BWK 12 auch eine Bogen- und Gelenkfortsatzfraktur.

Der typische Stauchungsbruch zeigt im Röntgenbild eine Verdichtung der Spongiosa im Wirbelkörper besonders unter der Deck- und Grundplatte und Verringerung der Bandscheibenhöhe durch Einbruch des nucleus pulposus in den Wirbelkörper.

Der typische Hyperextensionsbruch zeigt im Röntgenbild eine Fraktur des hinteren Atlasbogens, eine Abscherung des dens epistropheus, Abriß des vorderen unteren Wirbelkörperpoles, Verschmälerung des Wirbelkörpers dorsal, Bogen- und Dornfortsatzfrakturen und Klaffen der vorderen Zwischenwirbelräume.
Als charakteristische Ursachen des Hyperextensionsmechanismus fanden wir Badeunfälle durch Kopfsprung in seichtes Wasser, Schleudertraumen im Sinne eines Angefahrenwerdens von hinten und höheres Alter von Patienten mit spondylotischen Veränderungen der WS.

Verteilung in unserem Krankengut:

457 Fälle ausgenommen isolierte Quer- und Dornfortsatzfrakturen und schwer zu klassifizierende Brüche.

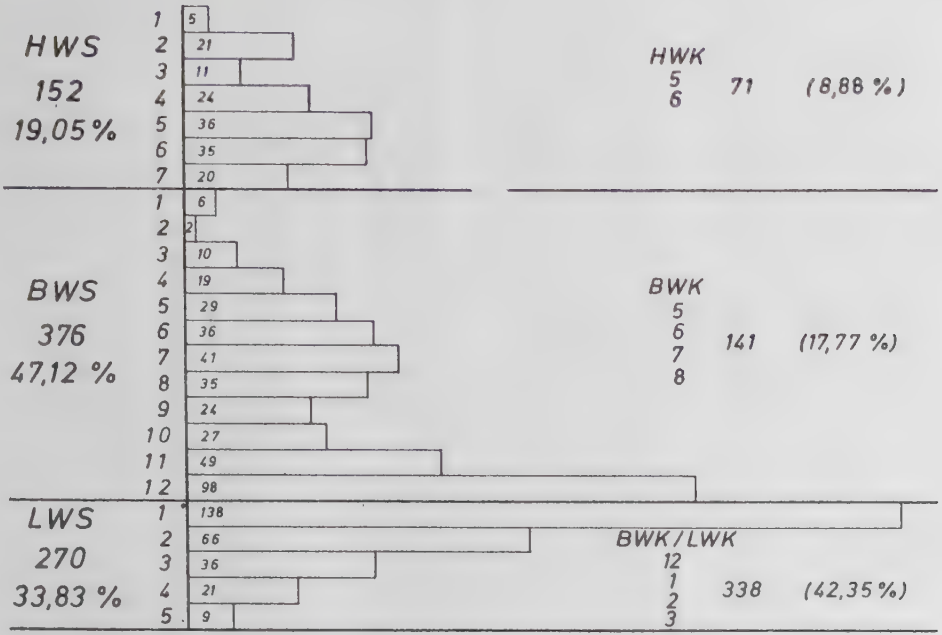
| | HWS | BWS/LWS | Summe |
|---|---|---|---|
| 1. Hyperflexion | 51 Fälle | 229 Fälle | 280 Fälle |
| 2. Stauchung | 25 Fälle | 91 Fälle | 116 Fälle |
| 3. Hyperextension | 31 Fälle | 30 Fälle | 61 Fälle |

## 2. LOKALISATION DER FRAKTUREN AN DER WIRBELSÄULE UND HÄUFIGKEIT VON FRAKTUREN MEHRERER WIRBELKÖRPER

Die Verteilung der Frakturen auf die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte geht aus Tabelle 2 hervor.
Die 513 Patienten, die zur Behandlung kamen, wiesen insgesamt Frakturen an 798 Wirbeln auf. Daraus geht hervor, daß sehr häufig nach Unfällen mehrere Wirbelkörper gebrochen waren.

# LOKALISATION DER WIRBELFRAKTUREN

Tabelle 2



Die angeführte Tabelle zeigt, daß von 467 Patienten (ausgenommen waren Patienten mit isolierten Dorn- und Querfortsatzfrakturen) 247 (52,9 %) den Bruch nur eines Wirbels aufwiesen, daß bei 142 Patienten (30,4 %) zwei Wirbel betroffen waren, bei 58 Patienten (12,42 %) drei Wirbel und bei 20 Patienten (4,28 %) sogar vier und mehr Wirbelkörper gebrochen waren.

467 Fälle ausgenommen isolierte Dorn- und Querfortsatzfrakturen.

| | 1 Wirbel | 2 Wirbel | 3 Wirbel | 4 und mehr Wirbel |
|---|---|---|---|---|
| HWS | 53 Fälle (58,90 %) | 30 (33,33 %) | 7 (7,77 %) | --- |
| BWS/LWS | 194 Fälle (51,47 %) | 112 (29,70 %) | 51 (13,52 %) | 20 (5,31 %) |
| Summe | 247 Fälle (52,90 %) | 142 (30,40 %) | 58 (12,42 %) | 20 (4,28 %) |

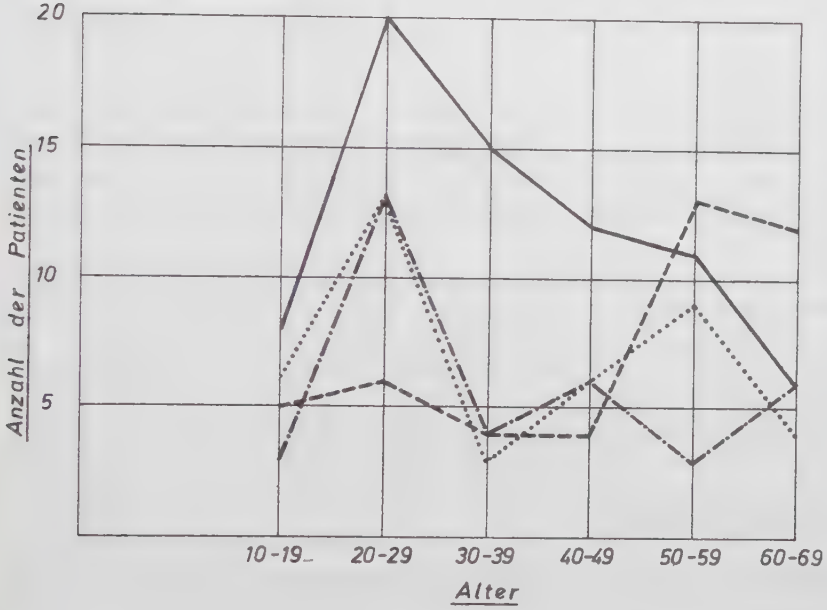
In der Häufigkeit der Lokalisation zeigte die HWS 152 frakturierte Wirbel (19,05 %) einschließlich 5 Atlasbogenfrakturen des hinteren Atlasbogens und 10 Brüche des dens epistropheus. Die BWS zeigte mit 376 gebrochenen Wirbeln (47,12 %) den höchsten Anteil vor der LWS mit insgesamt 270 betroffenen Wirbeln (33,83 %).
Noch klarere Verhältnisse schafft eine Übersicht über die am häufigsten beteiligten WK.
Danach war an der HWS der 5. und 6. Wirbel, an der BWS der 5.,6., 7., 8., und 11. Wirbel und am Übergang der BWS in die LWS der 12. BWK und der 1. und 2. LWK am häufigsten betroffen.

## 3. TYPISCHE WS - VERLETZUNGEN UND PRÄDISPOSITION FÜR BESTIMMTE ALTERSKLASSEN

### a. Isolierte Wirbelkörperverletzungen

Die isolierten Wirbelkörperfrakturen waren überwiegend an der unteren BWS und der LWS verteilt, was der Hauptlokalisation der Wirbelfrakturen entspricht. Die Altersabhängigkeit zeigte, daß überwiegend das 5. und 6. Dezennium betroffen waren.

# TYPISCHE WIRBELSÄULENVERLETZUNGEN IN BEZUG AUF DAS ALTER DER PATIENTEN




Vollausgebildete WS-Verletzung mit Bandscheibenbeteiligung

Luxationsfrakturen

Randleistenabbrüche

Jsolierter WK-Bruch

Tabelle 3

b. vollausgebildete WK-Verletzung mit Bandscheibenbeteiligung

Diese Form der WK-Verletzung zeigte ihre Hauptlokalisation an BWK 6 und 7 und am BWK 11, 12 und LWK 1.
In der Altersverteilung zeigte sich der Gipfel im 2. Dezennium.

c. Luxationsfraktur

Luxationsfrakturen zeigten ihre größte Frequenz am 4., 5., und 6. HWK.
In der Altersverteilung zeigte sich ein Gipfel im zweiten Dezennium.

d. Randleistenabbrüche

Randleistenabbrüche zeigten ihre größte Häufigkeit an der unteren BWS und der oberen LWS.
Die Altersabhängigkeit zeigte zwei Gipfel, einen im zweiten Lebensjahrzehnt und einen im 5. Dezennium.

Vergleiche Tabelle 3

4. SPEZIELLE VERLETZUNGEN DER HALSWIRBELKÖRPER

a. Einteilung

Wir fanden an der HWS 47 Luxationsfrakturen, 13 Subluxationen und 3 isolierte Luxationen.
Die Hauptlokalisation der Luxationsfrakturen lag zwischen HWK 4/5, 5/6 und 6/7.

Weiterhin fanden wir 14 Bogenfrakturen (ohne Atlasbogen) teils isoliert, teils kombiniert mit Luxationsfrakturen. 2 mal war der Bogen des 2.HWK betroffen, 2 mal der des 4. HWK, 5 mal der Bogen des 6. HWK, 3 mal der des 7. HWK.

Wir fanden 12 Dornfortsatzfrakturen. Hauptlokalisation war am 6. und 7. HWK.

1 mal war der Querfortsatz des 6. und 7. HWK betroffen.

Die 7 Gelenkfortsatzbrüche an der HWS waren meist bei Luxationsfrakturen zu finden, in einem Fall auch bei einer Kompressionsfraktur. Isolierte Gelenkfortsatzbrüche fanden wir nicht.

b. Bruchmechanismus

| | |
|---|---|
| Hyperflexionsmechanismus | 46 Fälle |
| Stauchungsmechanismus | 16 Fälle |
| Hyperextensionsmechanismus | 19 Fälle |

Damit wird aber nur die vorwiegende Krafteinwirkung herausgestellt, da sowohl an den Flexionsbrüchen eine Stauchungskomponente als auch bei den Stauchungsbrüchen eine Flexionskomponente beteiligt ist.

Hyperflexionsverletzungen betrafen vorwiegend, der Beweglichkeit entsprechend, die mittlere und untere HWS.
Die Bruchformen waren Bogenbrüche, Keildeformierung und Luxationsfrakturen.

Hyperextensionsverletzungen betrafen vorwiegend den 1. und 2. HWK, seltener die mittlere und untere HWS.
Die Bruchformen waren Dorn- und Gelenkfortsatzbrüche, Wirbelkörperbrüche und Luxationsfrakturen.
Hyperextensionsverletzungen fanden wir über alle Altersgruppen verstreut mit besonderer Häufung bei jugendlichen Patienten durch Badeunfälle und bei alten Leuten mit durch Spondylosis deformans vorgeschädigter HWS.

| | | |
|---|---|---|
| Unfallmechanismus: | direkt | 18,95 % |
| | indirekt | 81,05 % |

c. Frakturen des 1. und 2. Halswirbelkörpers

In 3 Fällen kam es zu einer isolierten Fraktur des hinteren Atlasbogens, in 2 weiteren Fällen war die Fraktur des hinteren Atlasbogens mit einer Densfraktur mit Dislokation des Dens nach hinten verknüpft.
Der Mechanismus,der zu Atlasbogenfrakturen führte, war stets eine Hyperextension der HWS.
10 mal fanden wir eine Fraktur des Dens epistropheus, teils isoliert mit Verschiebung des Dens nach ventral oder dorsal, teils kombiniert mit Luxationsfrakturen der angrenzenden Wirbelkörper.

## 5. SYMPTOMATIK DER WIRBELSÄULENVERLETZUNGEN

Siehe Tabelle 4

Von den 513 Patienten zeigte der überwiegende Teil Druck- Klopf- und Stauchungsschmerz an den WK, die sich nach der Röntgenaufnahme als gebrochen herausstellten.
Nur jeder zweite Patient zeigte eine offensichtliche Bewegungseinschränkung.
Einen Gibbus, einen Hartspann oder eine Schwellung zeigte nur jeder zehnte Patient.
Bemerkenswert erscheint noch, daß von den in der Tabelle angeführten Symptomen 124 Patienten nur ein Symptom angaben, 144 Patienten zwei Symptome, 200 Patienten drei Symptome und nur 45 Patienten über mehr als drei Symptome klagten.

Die traumatisierten HWK 1 und 2 zeigten eine spezielle Symptomatik.

Die klinischen Symptome der Atlasbogenfrakturen waren:
Extremer Nackenschmerz, Steifheit des Nackens mit starker Schonhaltung, Druck- und Stauchungsschmerz.

Im Gegensatz zu den sehr schmerzhaften Atlasbogenfrakturen waren die Densfrakturen meist sehr symptomarm.
Die häufigste Symptomatik der Densfrakturen war:

Hinterkopf- und Nackenschmerz mit Ausstrahlung in die Schulter und in den Bereich des n. occipitalis, Einschränkung der Drehbewegungen, selten Schluckbeschwerden.

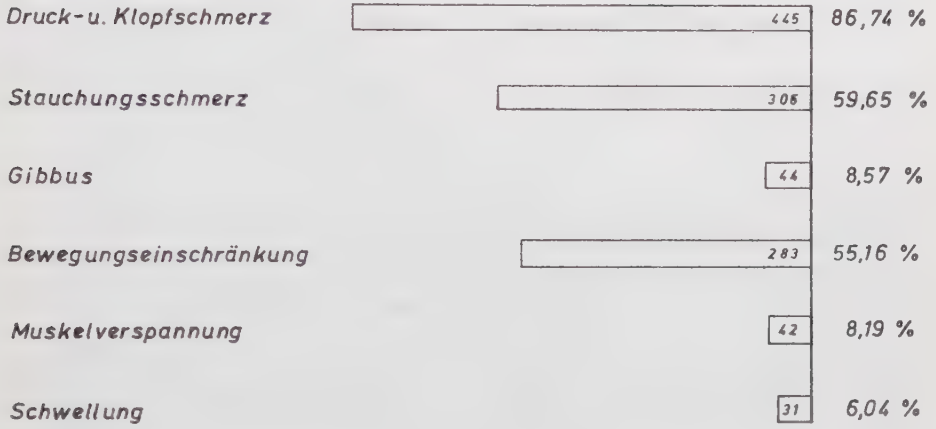
## 6. NEBENVERLETZUNGEN

Die Tabelle 5 zeigt, daß Nebenverletzungen in Verbindung mit Wirbelfrakturen häufig sind.
Oft standen diese Nebenverletzungen im Vordergrund, so daß an einen Wirbelbruch bei der ersten Untersuchung nicht gedacht wurde. Im Zeitraum 1946 - 1967 hatten 210 Patienten (40,93 %) insgesamt 252 Nebenverletzungen.

## SYMPTOMATIK 1946-67

Prozentzahlen bezogen auf 513 Patienten

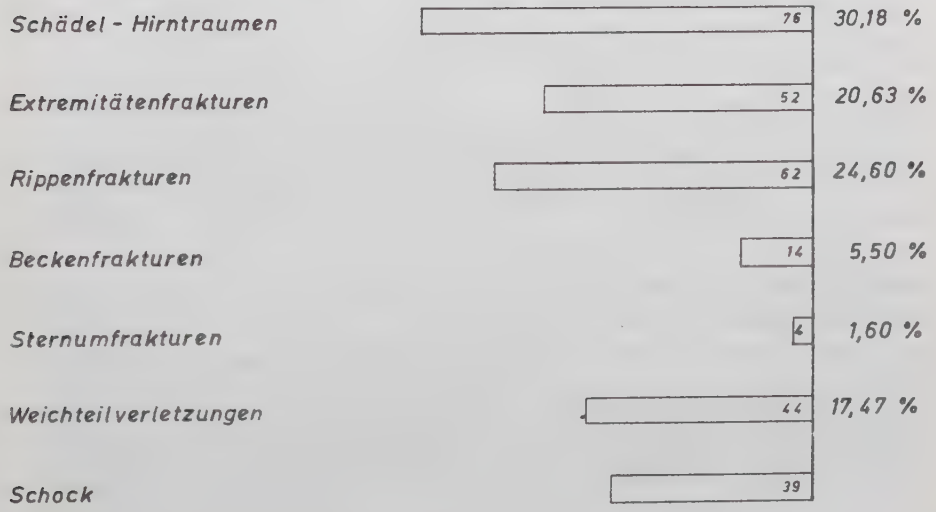
Tabelle 4




## NEBENVERLETZUNGEN 1946-67

Prozentzahlen bezogen auf 252 Nebenverletzungen

Tabelle 5



Eine genauere zeitliche Aufgliederung ergab:

1946 - 1956 hatten 97 Patienten (18,90 %) 91 Nebenverletzungen (36,1 %)

1957 - 1967 hatten 113 Patienten (22,03 %) 161 Nebenverletzungen (63,9 %)

Jeder dritte Patient wies ein Schädel-Hirntrauma auf und etwa jeder fünfte eine Extremitäten- oder Rippenfraktur.
Eine Nebenverletzung hatten 143 Patienten, zwei Nebenverletzungen 53 Patienten und drei Nebenverletzungen 14 Patienten.

## 7. WIRBELFRAKTUREN BEI KINDERN

17 Kinder im Alter zwischen 2 und 16 Jahren wurden wegen Wirbelfrakturen behandelt. Diese Kinder zeigten insgesamt 43 Wirbelfrakturen. Bemerkenswert ist, daß 7 Kinder drei und mehr gebrochene Wirbelkörper aufwiesen.

### a. Lokalisation

Die mittlere BWS vom 3. bis 7. Wirbelkörper war 14 mal betroffen, die untere BWS vom 8. bis 11. BWK 12 mal, der Übergang BWS/LWS vom 12. BWK bis 3. LWK 15 mal.

### b. Einteilung der Verletzungen

Unter den Brucharten lagen die isolierten Wirbelkörperbrüche in 14 Fällen weit vor den WK-Frakturen mit Bandscheibenläsion, Grund- und Deckplatteneinbrüchen und Randleistenabbrüchen, die nur 4 Fälle ausmachten.
Randleistenabbrüche betrafen nur die 14 bis 16 Jährigen, da die Verknöcherung der Randleiste erst zwischen dem 11. bis 14. Lebensjahr einsetzt.
Bei einem Patienten fanden wir eine Luxationsfraktur an HWK 5/6 nach einem Badeunfall mit Querschnittslähmung und tödlichem Ausgang nach 8 Monaten, bei einem Patienten eine Kompression von HWK 5 nach einem Badeunfall mit Querschnittslähmung und Tod nach 5 Tagen.

c. Bruchmechanismus

| | |
|---|---|
| Hyperflexionsmechanismus | 11 Fälle |
| Stauchungsmechanismus | 4 Fälle |
| Hyperextensionsmechanismus | 2 Fälle |

d. Therapie der Wirbelfrakturen bei Kindern

Von den 15 Kindern, die Frakturen an der BWS und LWS aufwiesen, wurden 7 nach Magnus, 6 nach Böhler und 2 mit einer Gipsliegeschale behandelt. Die Zeiten des Beginns der Übungsbehandlung, des ersten Aufstehens, der Dauer des Krankenhausaufenthaltes und des Tragens des Gipskorsetts stimmten mit den bei Erwachsenen üblichen Zeiten überein. Bei geringeren Befunden und leichten Beschwerden wurde die Therapie abgekürzt.

Die Wirbelkörperaufrichtung wurde ausschließlich bei 13 bis 16 Jährigen durchgeführt und ergab in 4 Fällen ein ausgezeichnetes Ergebnis, in 2 Fällen keine Änderung der WK-Form.
Die Ursachen für das negative Aufrichtungsergebnis dürften wohl in einem Deckplatteneinbruch und in einem Aufrichtungsversuch erst 12 Tage nach dem Unfall zu suchen sein.

e. Spätergebnisse

Die Röntgenspätergebnisse ergaben keinen Anhalt für ein Nachsintern der ehemals gebrochenen WK.
Bei der Befragung 2 bis 21 Jahre nach dem Unfall gaben 8 Patienten an, daß sie keinerlei Beschwerden hätten und die Beweglichkeit nicht eingeschränkt sei. Der Fingerspitzen-Fußbodenabstand mit durchgestreckten Knien wurde mit null cm angegeben.

4 Patienten gaben an, besonders nach längerem Sitzen unter Kreuzschmerzen zu leiden und wetterfühlig zu sein. Ihr Fingerspitzen-Fußbodenabstand wurde mit 10 cm angegeben.

Ein Patient wies nach mißlungener Aufrichtung noch 1 Jahr nach dem Unfall einen deutlichen Gibbus am Übergang BWS/LWS auf und gab auch schmerzhaft eingeschränkte Bewegungen an.

Zwei Fälle scheinen bemerkenswert:

Ausheilungsergebnis nach konservativer Therapie nach Magnus:

Krbl. Nr. L 5857 F II 2

Ein 13 Jahre alter Schüler zog sich nach einem Sturz aus 2 m Höhe deutliche keilförmige Kompressionsfrakturen an BWK 8, 10 und 12, LWK 1 und 3 zu, neben Deckplatteneinbrüchen an BWK 11 und LWK 3.

Kein Gibbus, keine Fehlhaltung konnte gefunden werden.
Die Therapie wurde streng konservativ durchgeführt. Nach 11 Wochen Krankenhausaufenthalt, verbunden mit Übungsbehandlungen und vorsichtig dosierter Belastung erfolgte die Entlassung in beschwerdefreiem Zustand.
Bei der Nachuntersuchung nach 9 Jahren gab der junge, kräftige Patient an, daß er viel Sport (Fußball und Schwimmen) betreibe und auch nach größeren Belastungen keinerlei Beschwerden verspüre.
Die Untersuchung ergab eine normale Beweglichkeit, die Fingerspitzen erreichten den Fußboden und das Schobersche Zeichen war mit 16 cm normal.
Die mittlere BWS zeigte einen leichten Flachrücken mit leichter re-konvexer Torsionsskoliose.
Die Röntgenuntersuchung ergab einen nahezu normalen BWK 8, BWK 10 war gering keilförmig ausgebildet.
BWK 12 wies eine minimale Deformierung der ventralcranialen Randleiste auf, LWK 1 und 3 waren normal ausgebildet.

Ausheilungsergebnis nach WK-Aufrichtung nach Böhler:

Krbl. Nr. N 10 348 F II 2

Der 13 Jahre alte Schüler zog sich bei einem Sturz aus 4 m Höhe eine Kompressionsfraktur an BWK 12, LWK 1, 3 zu mit Aussprengung mehrerer kleiner Fragmente aus den ventralen Anteilen des Wirbelkörpers.
Die Aufrichtung im ventralen Durchhang ergab gute Entfaltung des BWK 12 und des LWK 1 bei noch deutlicher Impression der Deckplatte an LWK 3 und ebenso leichter Entfaltung auch dieses Wirbelkörpers.

Nach 4 Wochen Krankenhausaufenthalt beschwerdefreie Entlassung.
Die Nachuntersuchung nach 2,5 Jahren ergab:
Der kräftige, etwas adipöse Patient gab keinerlei Beschwerden an, auch nicht während der Arbeit als Mauererlehrling.

Der Untersuchungsbefund ergab einen leichten Flachrücken der oberen BWS, bei geringer Abflachung der Lendenlordose.
Die Muskulatur war kräftig ausgebildet.
Beweglichkeit, Schobersches Zeichen und Fingerspitzen-Fußbodenabstand ergaben normale Werte.

Der Röntgenbefund:
Geringe ventrale Verschmälerung von LWK 1 und 3.
Die Deckplatte von LWK 3 war deutlich eingezogen. BWK 12 war ventral und dorsal gleich hoch bei leicht unregelmäßiger Begrenzung der Deckplatte.

## 8. THERAPIE DER WIRBELFRAKTUREN AN DER HWS

Reine Wirbelkörperbrüche wurden je nach Grad der Kompression nach Extension mit der Glissonschlinge durch Gipskrawatte, Schanzscher Wattekrawatte oder Kopf-Hals-Thoraxgips ruhiggestellt.
Der Gips wurde durchschnittlich nach 10 Wochen entfernt. Der Krankenhausaufenthalt betrug 4,3 Wochen.

Subluxationen, Luxationsfrakturen und echte Luxationen wurden in 15 Fällen aktiv manuell reponiert, 36 mal wurde mittels Glissonschlinge reponiert, wobei die Schlinge maximal 10 Tage lag, 2 mal fand die Crutchfield-Klammer Verwendung.
Die anschließende Ruhigstellung und Rentention erfolgte wiederum durch Schanz-Gipskrawatte oder Kopf-Hals-Thoraxgips.
Der Gips lag im Durchschnitt 11 Wochen und der Krankenhausaufenthalt betrug 7 Wochen.

Bogenfrakturen wurden mittels Schanz- oder Gipskrawatten über 12 bis 16 Wochen ruhiggestellt. Der Krankenhausaufenthalt betrug 3,8 Wochen.

Densfrakturen wurden bei leichter Verschiebung manuell reponiert, bei starker Verschiebung durch Glissonschlinge eingerichtet. Die anschließende Fixation erfolgte durch Schanzkrawatte, meist aber durch Kopf-Brustgips für 8 Wochen.
2 Densfrakturen waren pseudarthrotisch verheilt in Fehlstellung des Dens.

Dornfortsatzfrakturen wurden mit einer Schanzkrawatte 6 Wochen versorgt.

Siehe Tabelle 6

Spätergebnisse nach Frakturen an Halswirbelkörpern
Beobachtungszeit 2 bis 22 Jahre nach dem Unfall

13 Patienten, deren Unfall im Zeitraum 1956 - 1966 lag, konnten nachuntersucht werden. Folgende Veränderungen an den WK ließen sich am Röntgenbild feststellen:

Randzacken wiesen zum Zeitpunkt des Unfalls 3 Patienten auf, nach 6 Monaten bis 1 Jahr bereits 6 Patienten. Am Nachuntersuchungstermin wiesen insgesamt 8 der 13 Patienten Randzacken auf, was einen Zuwachs von 37,4 % gegenüber dem Unfall ergibt.

Eine Ausziehung der proc. uncinati zeigten am Unfalltag 2 Patienten, bei der Nachuntersuchung 4 Patienten.

Spangen an der Halswirbelsäule waren am Unfalltag bei keinem Patienten röntgenologisch nachzuweisen. 6 Monate bis 1 Jahr nach dem Trauma zeigten sich bei 4 Patienten Spangen.
Bei der Nachuntersuchung konnte keine später als 1 Jahr nach dem Unfall erfolgte Spangenbildung festgestellt werden. Eine Blockbildung zwischen zwei Wirbelkörpern wies 1 Patient auf.

Interessante Befunde brachte auch die starke Zunahme der Zwischenwirbelscheibenveränderungen.

Am Unfalltag zeigten 5 von 13 Patienten eine Verschmälerung der an den gebrochenen Wirbel angrenzenden Bandscheiben.

6 bis 12 Monate nach dem Unfall erhöhte sich die Zahl auf 6 Patienten und bei der Nachuntersuchung zeigten 10 Patienten (entspricht einem Zuwachs von 38,5 %) Zwischenwirbelscheibenveränderungen im Sinne einer Verschmälerung.
Diese Veränderungen mußten also im Zeitraum 2 bis 11 Jahre nach dem Unfall entstanden sein,wohl als Ausdruck der statischen Fehlbelastung verbunden mit Turgorverlust des n. pulposus.

Gelenkveränderungen im Sinne einer Ankylose oder einer Arthrosis def. wiesen zum Unfallzeitpunkt 3 der 13 nachuntersuchten Patienten auf.
Die Zahl blieb im 1. Jahr konstant und erhöhte sich im Zeitraum 2 bis 11 Jahre nach dem Unfall auf 7 Patienten,was einem Zuwachs der Gelenkveränderungen von 30,8 % entspricht.

Subluxations- bzw. Luxationsstellung wiesen am Unfalltag 11 der 13 nachuntersuchten Patienten auf.
Im 1. Jahr nach dem Unfall war noch bei 9 Patienten eine Fehlstellung der Gelenke nachzuweisen und bei der Nachuntersuchung wiesen noch 6 Patienten eine solche auf.

Deckplatteneinbrüche zeigte beim Unfall einer der 13 Patienten. Bei der Nachuntersuchung waren am Röntgenbild bei 3 Patienten Deckplatteneinbrüche nachzuweisen.

Ähnliche Befunde ließen sich auch bei den Patienten finden, die 12 bis 22 Jahre nach dem Unfall nachuntersucht wurden.

Aus dem Zeitraum 1946 - 1956 konnten 6 Patienten nach Halswirbelsäulenfrakturen nachuntersucht werden.

Von ihnen wiesen bei der Nachuntersuchung 5 Randzacken auf, 2 Spangenbildungen, 2 Blockwirbelbildungen, 3 Zwischenwirbelscheibenverschmälerungen, 5 Gelenkveränderungen als Arthrosis def., und noch zwei eine Subluxationsstellung der Gelenke.

Zur Frage des Ausheilungsspätergebnisses nach einer Bogenfraktur an einem Halswirbelkörper sei folgender Fall angeführt:

Krlb. Nr. N 584 F II 2

Die 22 Jahre alte Patientin erlitt bei einem Autounfall eine Fraktur im Gebiet des linken Bogens am Halswirbelkörper 4. Am Unfalltag konnte nur der Verdacht auf eine Bogenfraktur ausgesprochen werden. Nach 14 Tagen konnten wir den Verdacht bestätigen, wobei jetzt ein breites Klaffen des Frakturspaltes und eine Subluxationsstellung im Bereich des kleinen Zwischenwirbelgelenkes links zwischen HWK 4/5 gefunden wurde. Nach der Therapie mit Schanz-Krawatte und Thorax-Halsgips wurde die Patientin nach 3,5 Wochen entlassen. 8 Wochen nach dem Unfall war die Fraktur noch nicht konsolidiert.
16 Wochen nach dem Trauma wurde schließlich der Gips entfernt und die Patientin für weitere 8 Wochen mit einer Schanz-Krawatte versorgt.
Nach zwischenzeitlich starken Beschwerden und erheblicher Bewegungseinschränkung wurde mit intensiver Nachbehandlung nach 10 Monaten Arbeitsfähigkeit erreicht.

Bei der Gipsabnahme fand sich folgender Röntgenbefund:
Verschiebung zwischen HWK 3/4 beträgt 5 mm und zwischen HWK 4/5 etwa 3 mm. Keine knöcherne Konsolidierung an HWK 4. Erhebliche Fehlstellung am Übergang der cranialen in die caudale HWS.

5,2 Monate nach dem Unfall zeigte sich eine Besserung der Stellung der Wirbelkörper. Der Zwischenwirbelraum HWK 4/5 hatte sich deutlich verschmälert und im ventralen Bereich der HWK 4/5 kommt eine zunehmende Brückenbildung zur Darstellung.

Bei der Nachuntersuchung 4,5 Jahre nach dem Unfall fand sich folgender Befund:
Subluxation zwischen HWK 3/4. Weitgehende Ankylosierung. Blockwirbelbildung zwischen HWK 4/5 sowie Verknöcherung der kleinen Zwischenwirbelgelenke.
Die Klagen der Patientin über starke Wetterfühligkeit, ausstrahlende Schmerzen in den Hinterkopf und in die Schulter ,Kraftminderung im linken Arm sind durchaus glaubhaft.
Der Kinn-Brustabstand betrug 7 cm.Die Bewegungen in der HWS waren sämtlich enggradig schmerzhaft eingeschränkt.
Kein peripheres Cervicalsyndrom war festzustellen.

## 9. THERAPIE DER WIRBELFRAKTUREN AN DER BWS UND LWS

### a. Durchführung

Von 343 Kompressionsfrakturen in den Jahren 1946 - 1967 wurden 202 (59 %) nach der Methode von MAGNUS behandelt und 133 (39 %) nach BÖHLER im ventralen Durchhang aufgerichtet.
Nur 8 Patienten wurden im gleichen Zeitraum nach RAUCHFUß behandelt, davon 6 in den Jahren 1946 bis 1950.

Von 1957 bis 1967 wurde 11 mal mit Gipsmieder bzw. Gipsbett ohne Aufrichtung therapiert, sofern eine hochgradige Osteoporose vorlag

Die Therapie nach BÖHLER wurde in unserer Klinik erst seit 1953 regelmäßig durchgeführt. Im Zeitraum vorher von 1946 - 1952 wurde nur einmal nach Böhler aufgerichtet (1947).

Die Brüche des 1. bis 10. BWK und des BWS/LWS Überganges, bei denen eine Therapie nach Böhler kontraindiziert war, wurden nach Magnus behandelt d. h. durch Flachlagerung auf harter Unterlage. Mittlere bis starke keilförmige Deformierungen der WK der unteren BWS und der LWS mit oder ohne Gibbusbildung wurden im ventralen Durchhang meist innerhalb der ersten zwei Wochen nach dem Unfall aufgerichtet, um eine spätere erhebliche statische Fehlbelastung zu verhindern.

Im Anschluß an die Reposition, die im Röntgenbild kontrolliert wurde, wurde noch im Durchhang ein Gipskorsett angelegt mit den Fixationspunkten an der Symphyse, am Manubrium sterni und am tiefsten Punkt der Lendenlordose.

Als Kontraindikationen zur Aufrichtung galten in unserer Klinik folgende Punkte:

1. Schwere Nebenverletzungen (Rippen-Extremitätenverletzungen)
2. Kollaps und Schock
3. Adipositas
4. Alter über 60 Jahre und Kinder unter 12 Jahren
5. erhebliche Erkrankungen der inneren Organe

Absprengungen der hinteren oberen Wirbelkörperkanten wurden nicht beobachtet. Nach keiner Aufrichtung trat eine neurologische Komplikation auf.

Bei 8 Patienten zwischen 60 und 70 Jahren wurde 7 mal mit Erfolg nach Böhler aufgerichtet, einmal ohne Erfolg. 2 der Patienten starben nach 14 Tagen an einer Embolie.

b. Frühergebnisse nach Aufrichtung

Die Frühergebnisse nach WK-Aufrichtung in den Jahren 1957 - 1967 zeigten, daß in 64,5 % der Fälle (60 Patienten) eine sehr gute Aufrichtung erzielt werden konnte.

In 22,6 % der Fälle (21 Patienten) war es zu keiner Aufrichtung gekommen und bei 12,9 % (12 Patienten) war eine mehr oder weniger gute Entfaltung der WK festzustellen.

Ähnlich lagen die Zahlen auch im Zeitraum 1953 - 1956. Bei 70 % (28 Patienten) gute Aufrichtung,bei 20 % (8Patienten) keine Aufrichtung und bei 10 % (4 Patienten) eine mehr oder weniger gute Entfaltung der gebrochenen WK.

Als wahrscheinliche Ursachen für das negative Aufrichtungsergebnis konnten wir in 12 Fällen einen tiefen trichterförmigen Deckplatteneinbruch mit eventuellem Einbruch des nucleus pulposus finden, in 7 Fällen war der Bruch veraltert und das Trauma lag mehr als 3 Wochen zurück, in 3 Fällen war ein ausgeprägter Vorderkantenabbruch mit wahrscheinlicher teilweiser Ablösung des vorderen Längsbandes bzw. eine ausgeprägte Spangenbildung die Ursache, in 4 Fällen wurde versucht, einen Bruch an einem Wirbelkörper der mittleren BWS aufzurichten, und in 3 Fällen lag eine starke Trümmerfraktur der Wirbelkörper vor.

c. Ergebnisse der Therapie nach BÖHLER und MAGNUS im Vergleich

Die Tabelle 6 gibt einen Vergleich über den Therapieverlauf bei der Behandlungsmethode nach Böhler und Magnus an unserer Klinik. Nicht berücksichtigt wurden Zahlenwerte, wenn schwere Nebenverletzungen vorlagen, die die Ergebnisse verfälschten.

# THERAPIEVERLAUF OHNE BERÜCKSICHTIGUNG KOMPLIZIERENDER NEBENVERLETZUNGEN

Tabelle 6

## Therapie nach:

| | Böhler | Magnus |
|---|---|---|
| | 1946 - 67 | 1946 - 67 |
| Aufstehen | 78 Patienten (59,8 %)<br>2,98 Wochen<br>58 % blieben unter d. Zeit | 97 Patienten (48 %)<br>6,15 Wochen<br>43,2 % lagen über d. Zeit |
| Kranken-haus-aufenthalt | 75 Patienten (56,4 %)<br>5,5 Wochen<br>62,6 % wurden früher entlassen | 98 Patienten (48,1 %)<br>7,8 Wochen<br>50 % wurden später entlassen |
| Beginn der Übungstherapie | 85 Patienten (64 %)<br>2,75 Wochen<br>58,8 % blieben unter d. Zeit | 125 Patienten (61 %)<br>3,86 Wochen<br>58,4 % lagen über d. Zeit |
| Nach-behandlung | 10,2 Wochen | 7,7 Wochen |
| Arbeits-fähigkeit | 21,2 Wochen | 16,7 Wochen |

| | Böhler | | HWS | |
|---|---|---|---|---|
| | 1946 - 56 | 1957 - 67 | 1946 - 56 | 1957 - 67 |
| Zeitpunkt der Gipsabnahme | 31 Patienten<br>11,03 Wochen | 90 Patienten<br>11,3 Wochen | 14 Patienten<br>7,5 Wochen | 29 Patienten<br>9,4 Wochen |
| | 121 Patienten (90,9 %)<br>11,22 Wochen<br>52 % lagen über diesem Wert | | 43 Patienten (55,8 %)<br>8,8 Wochen<br>51,2 % lagen über diesem Wert | |

Die nach BÖHLER behandelten Patienten begannen mit der Übungstherapie durchschnittlich nach 2,75 Wochen, wobei allerdings 58,8 % der Patienten unter dieser Zeit blieben. (Kürzester Zeitraum bis zu Beginn der Übungstherapie war 1/2 Woche, längster Zeitraum 8 Wochen). Bei der Therapie nach MAGNUS lagen die Werte mit 3,86 Wochen etwas höher, wobei aber hier 58,4 % über diesem Wert lagen. (Kürzester Zeitraum bis zu Beginn der Übungstherapie war 1 Woche, längster Zeitraum 9 Wochen).

Die nach BÖHLER therapierten Patienten standen durchschnittlich nach 2,98 Wochen auf, wobei 58 % unter dieser Zeit blieben. (Längster Zeitraum bis zum ersten Aufstehen war 10 Wochen, kürzester Zeitraum 1/2 Woche). Die nach MAGNUS behandelten Patienten brauchten 6,15 Wochen, bis sie zum ersten Male das Bett verliessen, wobei aber hier 43,2 % der Patienten über diese Zeit im Bett bleiben mußten. (Längster Zeitraum bis zum ersten Aufstehen war 12 Wochen, kürzester Zeitraum 2 Wochen).

Der Krankenhausaufenthalt dauerte bei den nach BÖHLER therapierten Patienten im Durchschnitt 5,5 Wochen (62,6 % wurden früher entlassen). Die nach MAGNUS behandelten Patienten verließen die Klinik durchschnittlich nach 7,8 Wochen, wobei 50 % erst später entlassen wurden. (Kürzester Zeitraum bis zur Krankenhausentlassung war bei den nach BÖHLER behandelten Patienten 1/2 Woche, längster 14 Wochen. Kürzester Zeitraum war bei den nach MAGNUS therapierten 3 Wochen, längster Zeitraum 16 Wochen).

Die nach BÖHLER therapierten Patienten wurden durchschnittlich 10,2 Wochen, die nach MAGNUS behandelten Patienten 7,7 Wochen mit Übungsgymnastik und Massage nachbehandelt.

Die nach BÖHLER therapierten Patienten wurden durchschnittlich nach 21,2 Wochen arbeitsfähig, die nach MAGNUS therapierten Patienten nach 16,7 Wochen.

d. Zeitpunkt der Gipsabnahme

Die nach BÖHLER therapierten Patienten trugen ihr Gipsmieder durchschnittlich 11,22 Wochen, wobei 52 % der Patienten den Gips

über diese Zeit tragen mußten. (Kürzester Zeitraum bis zur Abnahme des Gipses war 6 Wochen, längster 18 Wochen).

e. Spätergebnisse (anatomisch) der Therapie nach Böhler und Magnus. Beobachtungszeit 2 bis 22 Jahre nach dem Unfall

Von 127 Patienten (Unfallzeitpunkt 1946 - 1967), die nach der Methode von MAGNUS behandelt worden waren, zeigten 105 im Röntgenbild als Frühergebnis einen Zustand des frakturierten WK wie nach dem Trauma. Bei 3 Patienten war es zu einer deutlichen Aufrichtung gekommen und 19 zeigten eine teilweise Aufrichtung.
Als Spätergebnis fanden wir, daß bei 89 Patienten der WK die Form wie nach dem Trauma zeigte, bei 3 Patienten blieb das gute Aufrichtungsergebnis erhalten, 13 WK zeigten eine teilweise Aufrichtung an, bzw. das Frühergebnis war gleich geblieben, bei 22 Patienten (17,3 %) war es zu einer stärkeren Nachsinterung gekommen, obwohl zwischenzeitlich kein neuerliches Trauma die Wirbelsäule getroffen hatte.

Der Zeitpunkt der Nachsinterung konnte schwer ermittelt werden. Die Angaben sind daher mit Vorsicht zu bewerten. Der Zeitpunkt lag jeweils im Abschnitt von 2 bis 18 Wochen nach dem Unfall, wobei sich eine Häufung der Daten um die 8. bis 14. Woche feststellen ließ.
Als Ursachen für das Spätsintern nahmen wir in 10 Fällen zu frühes Aufstehen an, in 8 Fällen eine posttraumatische Osteoporose und in 14 Fällen eine zu geringe Kallusbildung. Als Grund für das Aufrichten eines Wirbelkörpers durch die Behandlung nach MAGNUS war die Lagerung auf Rollen oder Säcken in leichter Hyperlordosierung und vielleicht ein Gipsbett nach Maß ausschlaggebend.
Bei 113 Patienten, die im Zeitraum 1946 - 1967 nach Böhler behandelt wurden und über die uns Spätergebnisse vorlagen, zeigte sich, daß es bei 9,6 % zu einem starken Nachsintern und bei 7,1 % zu einer mäßigen Zunahme der Kompression gekommen war.
Der Zeitpunkt des Nachsinterns lag zwischen der 2. Woche und 8 Monaten mit einem Gipfel in der 12. bis 16. Woche.
Je ein Mal konnten wir ein Nachsintern erst im 6., 7., und 8. Monat beobachten.

Als Gründe für das Nachsintern fanden wir:

1. Posttraumatische Osteoporose
2. Starker trichterförmiger Deckplatteneinbruch
3. Zu spät aufgerichteter Bruch
4. mäßige Kallusbildung
5. Schlechter Sitz des Gipskorsettes und zu frühe Belastung.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

| | Therapie n. Böhler | Therapie n. Magnus |
|---|---|---|
| Erstes Aufstehen | 2,98 Wochen | 6,15 Wochen |
| Krankenhausaufenthalt | 5,50 Wochen | 7,80 Wochen |
| Beginn der Übungstherapie | 2,75 Wochen | 3,86 Wochen |
| Gipsabnahme | 11,22 Wochen | --- |
| Nachbehandlung | 10,20 Wochen | 7,70 Wochen |
| Arbeitsfähigkeit | 21,20 Wochen | 16,70 Wochen |

Anatomisches Frühergebnis der Aufrichtung bei 113 Patienten (85 %)
Zeitraum 1946 - 1967

67,2 % zeigten gute Aufrichtung des gebrochenen WK
11,5 % zeigten eine mehr oder weniger gute Entfaltung der frakturierten Wirbelkörper
21,3 % zeigten ein schlechtes anatomischen Ergebnis

Anatomisches Spätergebnis der Aufrichtung bei 113 Patienten (85 %)
Beobachtungszeit 2 - 21 Jahre nach dem Unfall

50,4 % zeigten gute Aufrichtung
18,6 % zeigten eine mehr oder weniger gute Entfaltung der frakturierten WK, d. h. das Aufrichtungsergebnis blieb teils erhalten und teilweise kam es zu einer geringen Zunahme der Kompression.
30,9 % zeigten ein anatomisch schlechtes Ergebnis.

Folgerung:

Bei 83,3 % blieb das Ergebnis der Aufrichtung erhalten.
Bei 9,6 % war es zu einer starken Nachsinterung gekommen.
Bei 7,1 % kam es zu einer mäßigen Zunahme der Kompression.

Bei 17,3 % der nach Magnus konservativ therapierten Patienten kam es zu einer stärkeren Nachsinterung.

## 10. HALTUNGSÄNDERUNGEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ZEIT NACH DEM UNFALL

### a. 2 bis 11 Jahre nach dem Unfall

55 Patienten, die sich im Zeitraum 1957 bis 1966 Wirbelbrüche zugezogen hatten, konnten nachuntersucht werden.
Von diesen wiesen zum Zeitpunkt des Unfalls 30 eine leichte Skoliose auf, 3 eine mittelgradige. Bei der Nachuntersuchung fanden wir bei 41 eine leichte Skoliese (entspricht einem Zuwachs von 20 %), bei 6 eine mittelgradige und bei 5 eine schwere Skoliose (9,1 %).

Die schweren Skoliosen entwickelten sich in 4 bis 10 Jahren, d. h. wir fanden nur bei den Patienten, die wir in diesem Zeitraum nach dem Unfall nachuntersuchten, diese schweren Wirbelsäulenveränderungen.

Veränderungen im Sinne einer verstärkten Kyphose, Lordose oder Streckhaltung der Wirbelsäule fanden sich in geringer Ausprägung am Unfalltag bei 22 der 50 Patienten (40 %), mittelgradige Veränderungen, bei 5 Patienten, und schwerwiegendere Abweichungen bei 3 Patienten. Bei der Nachuntersuchung wiesen 19 leichte Veränderungen auf, 19 mittelgradige (entspricht einem Zuwachs von 24,5 %) und 17 schwerwiegendere Veränderungen (Zuwachs von 25,45 %).
Der überwiegende Teil dieser Fehlhaltungen entwickelte sich hier bereits in den ersten 12 Monaten nach dem Unfall.

Bei der Nachuntersuchung fanden wir ferner, daß 9 der 55 Patienten gegenüber 6 am Unfalltag einen leichten Gibbus aufwiesen (Zuwachs von 9 %). 3 Patienten zeigten einen mittelgradigen Gibbus gegenüber 1 Patienten am Unfalltag. Drei hochgradige Gibbusbildungen, die sich laut Krankenblatt und Poliklinik in den ersten 12 Monaten nach dem Unfall diagnostizieren ließen, waren bei der Nachuntersuchung nicht mehr nachzuweisen.
Sie führten wahrscheinlich zu einer starken Vermehrung der Brustkyphose und waren so nicht mehr augenfällig.
Eine Fehlhaltung des Beckens oder der Schultern im Sinne eines Hoch- oder Tiefstandes fanden wir bei 13 der 55 nachuntersuchten Patienten (23,6 %).

b. Haltungsänderungen 12 bis 22 Jahre nach dem Unfall

Ähnliche massive Befunde fanden sich auch bei den Patienten, deren Trauma 12 bis 22 Jahre zurück lag.

Von 31 aus diesem Zeitraum nachuntersuchten Patienten zeigten 21 eine leichte Skoliose (gegenüber 9 am Unfalltag) und 4 eine schwerwiegende Skoliose, d. h., die leichten Skoliosen nahmen um 40 % und die schweren um 13,3 % zu.

Veränderungen der physiologischen Brustkyphosen und Lendenlordosen fanden wir leichtgradig bei 16 und schwergradig bei 13 Patienten,was gegenüber dem Unfalltag eine Steigerung von jeweils 43,3 % ausmachte.

Ein leichter Gibbus war bei 3 Patienten zu finden, ein schwerer bei 1 Patienten. Am Unfalltag wiesen dagegen von 31 Patienten 7 einen leichten und 9 einen schweren Gibbus auf.

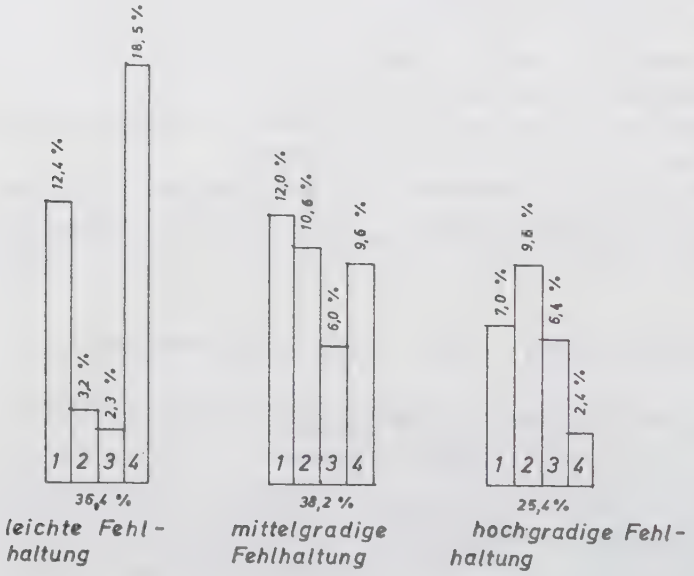
19 Patienten (63,3 %) wiesen Fehlhaltungen im Becken und Schulterstand auf.

c. Beziehungen zwischen Fehlhaltung, Schmerzangaben und Alter der Patienten

An Hand der Befunde von 217 Patienten (42,3 % des gesamten Krankengutes) wurde versucht, Beziehungen zwischen Fehlhaltung, Alter

# FEHLHALTUNG UND SCHMERZANGABEN

*Beobachtungszeit 2 bis 22 Jahre nach dem Unfall*
*(Prozentzahlen bezogen auf 217 Patienten)*




1 = Wetterfühligkeit u. Beschwerden bei schwerer Arbeit

2 = Beschwerden bei längerem Stehen u. leichter Arbeit

3 = Beschwerden bei leichter Arbeit, im Sitzen u. Dauerschmerzen

4 = Keine Beschwerden

**Tabelle 7**

der Patienten und den subjektiven Schmerzangaben herzustellen. Laut Tabellen 7 und 8 wiesen 79 von 217 Patienten (36,4 %), von denen 48 Patienten unter 30 Jahren waren, 24 zwischen 30 und 50 Jahren und nur 7 über 50 Jahre waren, eine leichte Fehlhaltung auf.

Leichte Fehlhaltung wurde definiert als:
Leichtgradige Skoliose , leichte Verstärkung der Brustkyphose, Streckhaltung der WS und leichte Keilform des frakturierten Wirbelkörpers.
Von diesen 79 Patienten mit leichter Fehlhaltung waren folgende Schmerzangaben zu erhalten:

| | | |
|---|---|---|
| Keine Beschwerden | 40 | Patienten |
| Wetterfühligkeit und Beschwerden bei schwerer Arbeit | 27 | Patienten |
| Schmerzen bei leichter Arbeit und nach längerem Stehen | 7 | Patienten |
| Dauerschmerzen | 5 | Patienten |

83 von 217 Patienten (38,2 %) wiesen eine mittelgradige Fehlhaltung auf. 25 Patienten waren unter 30 Jahren, 27 zwischen 30 und 50 Jahren und 31 Patienten über 50 Jahre.
Mittelgradige Fehlhaltung wurde definiert als:
Verstärkte Skoliose, verstärkte Brustkyphose, mittelgradige Keilform des WK, Zwischenwirbelscheibenverschmälerung, angedeuteter Gibbus.

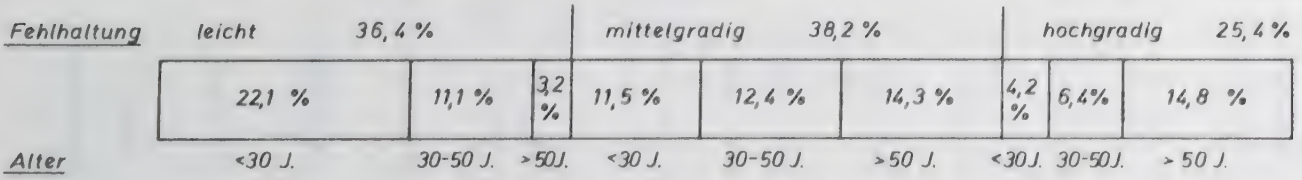
Von diesen 83 Patienten mit mittelgradiger Fehlhaltung waren folgende Schmerzangaben zu erhalten:

| | | |
|---|---|---|
| Keine Beschwerden | 21 | Patienten |
| Wetterfühligkeit und Beschwerden nur bei schwerer Arbeit | 26 | Patienten |
| Schmerzen bei leichter Arbeit und nach längerem Stehen | 23 | Patienten |
| Dauerschmerzen | 13 | Patienten |

## FEHLHALTUNG NACH WK-FRAKTUREN UND ALTERSABHÄNGIGKEIT

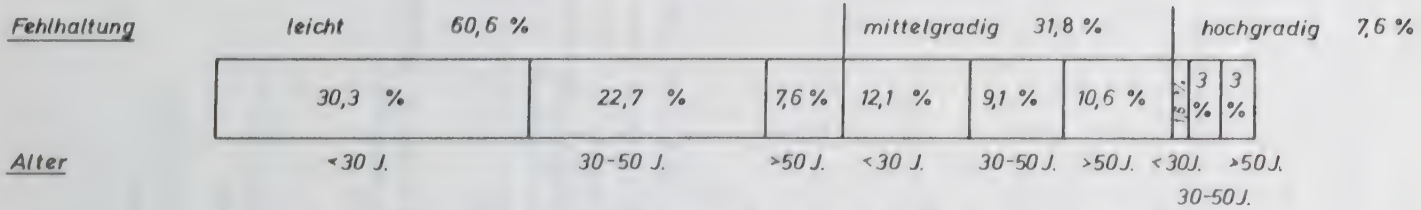
(Dargestellt an 217 Fällen)

Tabelle 8



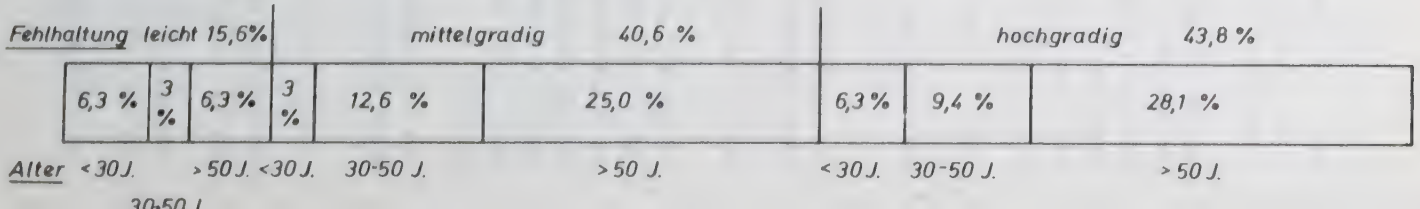

## KEINE BESCHWERDEN - FEHLHALTUNG - ALTER DER PATIENTEN

(Dargestellt an 66 Patienten)




## STARKE BESCHWERDEN - FEHLHALTUNG - ALTER DER PATIENTEN

( Dargestellt an 32 Patienten )



55 von 217 Patienten (25,4 %) wiesen eine schwere Fehlhaltung auf. Nur noch 9 von ihnen waren unter 30 Jahren, 14 zwischen 30 und 50 Jahren und bereits 32 über 50 Jahre.
Schwere Fehlhaltung wurde angenommen bei:
Starker Skoliose, starker Kyphose, starker Veränderung der physiologischen Lordosen, starker Keilform der Wirbelkörper mit Gibbus, Subluxationsstellung von Wirbelkörpern, Aufbrauch der Zwischenwirbelräume.
Von diesen 55 Patienten mit hochgradiger Fehlhaltung waren folgende Schmerzangaben zu erhalten:

| | |
|---|---|
| Keine Beschwerden | 5 Patienten |
| Wetterfühligkeit und Beschwerden nur bei schwerer Arbeit | 15 Patienten |
| Schmerzen bei leichter Arbeit und nach längerem Stehen | 21 Patienten |
| Dauerschmerzen | 14 Patienten |

## 11. SPÄTERGEBNISSE IN BEZUG AUF SCHMERZANGABEN UND BEWEGLICHKEIT ZUM VERGLEICH DER THERAPIEMETHODEN NACH BÖHLER UND MAGNUS

BEOBACHTUNGSZEITRAUM 2 BIS 11 JAHRE NACH DEM UNFALL

### a. Schmerzangaben

Bei 83 nach Böhler und 75 nach Magnus behandelten Patienten konnten zum Vergleich Befunde hinsichtlich Dauerschmerz, Beschwerden bei leichter oder schwerer Arbeit, Schmerzen nach längerem Sitzen oder Stehen erhoben werden.

Die nach MAGNUS therapierten Patienten zeigten bezüglich Beschwerdefreiheit etwas günstigere Ergebnisse. Die genaue prozentuale Verteilung ist aus der Tabelle 9 zu entnehmen.

# WIRBELSÄULEN - THERAPIE UND SCHMERZANGABEN

Beobachtungsdauer 2 Jahre bis 11 Jahre nach dem Unfall

Tabelle 9

| Schmerzen | keine | Witterung<br>schwerer Arbeit<br>längerem Stehen | leichter Arbeit<br>längerem Sitzen<br>längerem Stehen | Dauerschmerz<br>leichter Arbeit<br>längerem Sitzen |
|---|---|---|---|---|
| Böhler<br>83 Patienten<br>62,4 % | 35<br>42,1 % | 33<br>39,7 % | 5<br>6,1 % | 10<br>12,1 % |
| Magnus<br>75 Patienten<br>37,1 % | 36<br>48,0 % | 25<br>33,4 % | 5<br>6,6 % | 9<br>12,0 % |

b. Beweglichkeit

Als Anhalt zur Beurteilung der Beweglichkeit der nach Böhler oder Magnus therapierten Patienten wurde der Fingerspitzen-Fußbodenabstand bei durchgestreckten Knien gewertet. Die lumbale Beugeversteifung wurde nach Schober bestimmt. Die Werte lagen zwischen 12 und 17 cm.
Besonders berücksichtigt wurde die sportliche Aktivität der Patienten und damit der Zustand der Rückenmuskulatur und Veränderungen an der Wirbelsäule im Sinne von Spangenbildungen, stärkerer Spondylosis def. und Gibbus.

Folgende Befunde ließen sich bei 114 Patienten erheben:

Von den 20 bis 30 Jahre alten Patienten (36 Patienten) gaben 50 % an, daß sie noch Sport betreiben, und 50 % erreichten mit den Fingerspitzen auch den Boden. Bei 20 % fehlten zum Boden weniger als 10 cm, beim Rest fehlten 10 bis 20 cm.

Von den 30 bis 40 Jährigen (20 Patienten) betrieben nur mehr 20 % Sport,und nur mehr 10 % erreichten mit den Fingern den Boden. Bei 10 % fehlten weniger als 10 cm,bei 20 % weniger als 20 cm und bei den übrigen fehlten 20 cm und mehr.

Von den 40 bis 50 Jährigen (13 Patienten) betrieben nur mehr 10 % Sport, keiner erreichte den Fußboden, einem fehlten noch 10 cm, 20 % fehlten weniger als 20 cm und bei 70 % fehlten 20 cm und mehr.

Von den 50 bis 60 Jährigen, von denen 29 befundet werden konnten, war nur mehr einer sportlich aktiv, zwei erreichten den Fußboden, bei 6 Patienten fehlten weniger als 10 cm, bei 40 % fehlten 10 bis 30 cm und bei 3 Patienten über 30 cm.

Von den 60 bis 70 Jährigen, von denen 16 befundet wurden, war keiner mehr sportlich tätig. Einer erreichte den Fußboden. (Bei diesem Patienten lag eine isolierte Wirbelkörperfraktur vor, die ohne Randzacken und Spangenbildung abgeheilt war).
25 % benötigten weniger als 10 cm, 25 % weniger als 20 cm, 25 % mehr als 30 cm. Dem Rest fehlten 20 bis 30 cm.

In keiner Altersklasse konnte eine bessere Beweglichkeit der nach MAGNUS behandelten Patienten gegenüber den nach BÖHLER therapierten Patienten festgestellt werden.
Nur in der Altersklasse der 60 bis 70 Jährigen zeigten sich die nach Magnus behandelten Patienten beweglicher als die Patienten, bei denen noch auf Grund ihrer guten körperlichen Verfassung ein komprimierter Wirbelkörper aufgerichtet worden war.

Gründe für die teilweise schlechten Resultate bei den 20 bis 40 Jährigen lagen größtenteils daran, daß hauptsächlich Arbeiter und Landwirte betroffen waren, die zwar eine kräftige Rückenmuskulatur aufwiesen, aber überwiegend ungelenkig, unsportlich und adipös waren und die WS überbeanspruchten.
Erschwerend wirkten sich sicher die entstandene Randzacken- und Spangenbildung aus, da in dieser Altersklasse durch den erhöhten Turgor der Bandscheibe die größte Anzahl von vollausgebildeten Wirbelkörperbrüchen vorliegt.

Gründe für die mangelnde Beweglichkeit in der höheren Altersklasse waren vorwiegend physiologischer Art, erschwert durch die nach der Wirbelfraktur zunehmende Fehlhaltung, der Mangel an Freude zur Bewegung, und nicht zuletzt auch die zunehmende Versteifung der Wirbelgelenke durch posttraumatische Arthrose und Spangenbildung.

## 12. WICHTIGE BEFUNDE DER NACHUNTERSUCHUNG

| Befunde | Unfallzeitpunkt | |
|---|---|---|
| | 1946 - 1956 | 1957 - 1967 |
| dargestellt an | 30 Patienten | 55 Patienten |
| Druck- und Klopfschmerz über der Bruchstelle | 26,6 % | 30,9 % |
| Stauchungsschmerz | 13,3 % | 18,1 % |
| Hartspann | 50,0 % | 41,8 % |
| Wirbelblockade | 23,3 % | 7,3 % |

Am Stärksten war der Klopfschmerz bei den Patienten, bei denen der Unfall erst zwei bis vier Jahre zurücklag.

Die wichtigsten und immer wieder in den Antworten gefundenen Schmerzangaben der Patienten waren:

1. Kreuzschmerz in der Medianlinie der Wirbelsäule
2. Kreuzschmerz in der Paramedianlinie
3. Gürtelförmig ausstrahlende Schmerzen
4. In die Schultern und Leistengegend ausstrahlende Schmerzen
5. Starker Kopfschmerz

## 13. VERÄNDERUNGEN AN DEN WIRBELKÖRPERN IM RÖNTGENBILD 2 BIS 22 JAHRE NACH DEM UNFALL

a. Befunde der Nachuntersuchung an 55 Patienten 2 bis 11 Jahre nach dem Unfall

Siehe Tabelle 10

Gegenüber dem Unfalltag, an dem 29,1 % der 55 Patienten Randzackenbildungen aufwiesen, waren es bis 12 Monate nach dem Unfall bereits 52,7 % (Zuwachs von 23,6 %) und bei der Nachuntersuchung 63,6 % der Patienten.

Spangenbildung wies am Unfallzeitpunkt einer der 55 Patienten auf. 6 Monate bis 1 Jahr nach dem Unfall hatten sich bei 18,2 % der Patienten Spangen gebildet (Zuwachs von 16,4 %) und bei der Nachuntersuchung fanden wir bei 32,7 % der 55 Patienten Spangen.

Blockbildung zwischen benachbarten WK konnte nur einmal festgestellt werden. Sie wurde bei der Röntgenstatistik der HWS bereits beschrieben. Blockbildungen an der BWS oder LWS konnten wir in keinem Falle finden.

Veränderungen an der Bandscheibe hauptsächlich im Sinne einer Verschmälerung fand man am Unfalltag bei 30,9 % von 55 Patienten. Bis 12 Monate nach dem Trauma zeigten sich Veränderungen bei 67,3 % (entspricht einer Zunahme um 36,4 %) und bei der Nachuntersuchung wiesen 85,5 % der 55 Patienten Zwischenwirbelscheibenverschmälerungen verschiedenen Grades auf.

## RÖNTGENVERÄNDERUNGEN AN DEN GEBROCHENEN WIRBELKÖRPERN

(Beobachtungszeit 2 - 11 Jahre nach dem Unfall; dargestellt an 55 Patienten)

| Veränderung an WK | Unfallzeitpunkt | | 6-12 Monate nach dem Unfall | | | Nachuntersuchung | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Patienten | Patienten % | Patienten | Patienten % | Zunahme % | Patienten | Patienten % | Zunahme % |
| Randzacken | 16 | 29,1 | 29 | 52,7 | 23,6 | 35 | 63,6 | 34,5 |
| Spangen | 1 | 1,8 | 10 | 18,2 | 16,4 | 18 | 32,7 | 30,9 |
| Blockbildung | — | — | — | — | — | 1 | 1,8 | 1,8 |
| ZWR-Veränderungen | 17 | 30,9 | 37 | 67,3 | 36,4 | 47 | 85,5 | 54,6 |
| Gelenkveränderungen | 2 | 3,7 | 8 | 14,5 | 10,8 | 10 | 18,2 | 14,5 |
| Verlagerungen (Subluxationen) | 9 | 16,4 | 10 | 18,2 | 1,8 | 11 | 20,0 | 3,6 |
| Deckplattenveränderungen Grundplattenveränderungen | 25 | 45,5 | 25 | — | — | 29 | 52,7 | 7,2 |
| Osteoporose posttraumatisch | 2 | 3,7 | 5 | 9,1 | 5,4 | 10 | 18,2 | 14,5 |
| Baastrup | — | — | 5 | 9,1 | 9,1 | 6 | 10,9 | 10,9 |

Tabelle 10

Gelenkveränderungen im Sinne einer Arthrosis def. oder Ankylose der kleinen Wirbelgelenke fand man am Unfalltag bei 3,7 % der 55 Patienten, nach 6 - 12 Monaten bei 14,5 % (Zuwachs um 10,8 %) und bei der Nachuntersuchung bei 18,2 % der Patienten.

Verlagerungen von Wirbelkörpern im Sinne von Subluxationen wiesen am Unfallzeitpunkt 16,4 %, nach 6 - 12 Monaten 18,2 % und bei der Nachuntersuchung 20 % auf.

Veränderungen an den Deckplatten fand der Röntgenologe beim Unfall bei 45,5 % der 55 Patienten, nach 1 Jahr konnte keine Zunahme festgestellt werden, bei der Nachuntersuchung konnten wir bei 52,7 % Deckplattenveränderungen feststellen.

Eine Osteoporose wiesen beim Unfall 3,7 % der 55 beobachteten Patienten auf, nach 1 Jahr waren es 9,1 % (Zunahme um 5,4 %) und bei der Nachuntersuchung fanden wir bei 18,2 % eine Osteoporose.

Ein Baastrup-Syndrom (durch Fehlhaltung bedingtes Aufeinanderreiben von Dornfortsätzen mit Sklerosierungen und Bänderzerstörung) zeigte beim Unfall keiner der Patienten. Es entwickelte sich erst mit Zunahme der Fehlhaltung nach dem Unfall. Ein Jahr nach dem Trauma fand man bei 9,1 % der Patienten ein Baastrup-Syndrom und bei der Nachuntersuchung bei 10,9 % der 55 Patienten.

b. Ähnliche Verhältnisse fanden wir auch bei den Patienten, die 12 - 22 Jahre nach dem Unfall nachuntersucht wurden.
Aus diesem Zeitraum wurden 31 Patienten nachuntersucht.
Von ihnen wiesen bei der Nachuntersuchung auf:

| | | Zuwachs seit Unfall |
|---|---|---|
| Randzacken | 76,6 % | 66,6 % |
| Spangen | 26,6 % | 26,6 % |
| Blockbildungen | 3,3 % | 3,3 % |
| ZWS-Veränderungen | 96,6 % | 66,6 % |
| Subluxation | 10,0 % | --- |
| Deck- und Grundplatteneinbrüche | 30,0 % | 8,0 % |
| Osteoporose | 6,6 % | 6,6 % |
| Baastrup-Syndrom | --- | 6,6 % |
| Gelenkveränderungen | 10,0 % | 10,0 % |

# E. D I S K U S S I O N

## 1. ENTSTEHUNGSMECHANISMUS DER WIRBELSÄULEN-VERLETZUNG UND LOKALISATION DER FRAKTUREN

Nach LIECHTI betreffen 2,5 bis 6 % aller Frakturen des Skeletsystems die Wirbelsäule und nach LEGER treten sichere Verletzungen der Wirbelsäule nach größeren Statistiken nur bei 2 bis 3 % aller Unfälle ein.

Die Mechanik des WS-Traumas gibt der Verletzung ein charakteristisches Gepräge. Der Mechanismus der Verletzungen läßt sich aus den Krümmungen der WS ableiten.

Bei einer Längsstauchung von den Füßen oder vom Kopfe her muß sich zwangsläufig, sofern die Stauchung nicht auf eine durch Muskelkontraktion fixierte WS trifft, ein Biegungseinfluß nach vorne bemerkbar machen, da der Schwerpunkt des Körpers vor der WS liegt. Die weitaus häufigste Verletzungskombination ist daher die Längsstauchung mit Hyperflexion durch eine indirekte Gewalteinwirkung. In unserem Krankengut war sie in 280 Fällen der Mechanismus der Verletzung.

Der Hyperflexionsmechanismus muß sich an den Stellen am Stärksten auswirken, wo die Beugungsmöglichkeit der WS verhältnismässig begrenzt ist, nämlich an der tiefsten Stelle der Brustkrümmung, am Übergang der BWS in die LWS und dort, wo die bewegliche untere HWS in die relativ starre obere BWS übergeht.
Hier fanden wir auch die überwiegende Zahl von Wirbelbrüchen lokalisiert.
Von den 798 betroffenen WK fanden wir 71 mal (8,8 %) den 5. und 6. HWK betroffen, 141 mal (17,77 %) den 5., 6., und 8. BWK und 338 mal (42,35 %) den 12. BWK und die LWK 1,2,3, betroffen. LOB gibt für die gleichen WK 5,2 %, 16,0 % und 49,5 % an.
LANGE nennt 5,9 %, 10,44 % und 58,15 %.
Auch bei NODT, MAGNUS und SEYFARTH waren ähnliche Angaben zu finden. SALEM und WEHRLE wiesen darauf hin, daß an der oberen BWS seltener Frakturen anzutreffen sind.

Kann sich eine reine axiale stauchende Kraft auswirken und werden beugende und abscherende Krafteinwirkungen durch Anspannung der Rückenmuskulatur verhindert, ein Vorgang, der selten eintritt, da der Unfall meist eine unvorbereitete, nicht fixierte WS trifft, so kann sich eine reine Stauchungsfraktur ausbilden. Wir fanden diesen Mechanismus in unserem Krankengut bei 116 Fällen.
Berücksichtigt sollte werden, daß es fließende Übergänge sowohl zum Hyperflexions- als auch zum Hyperextensionsmechanismus gibt. Reine Stauchungsbrüche sahen wir überwiegend an der HWS und der oberen BWS.

Wirbelfrakturen durch einen Hyperextensionsmechanismus fanden wir in unserem Krankengut in 61 Fällen, wobei überwiegend die HWS und hier wieder der 1. und 2. HWK betroffen waren. Hyperextensionsverletzungen an der oberen BWS sahen wir nicht wegen der Starre der WS in diesem Abschnitt.
Sehr gefährdet für HWS - Verletzungen durch den Hyperextensionsmechanismus sind ältere Menschen mit spondylotischen Veränderungen der HWS. Die Ursache dafür ist, daß in höherem Alter die HWS durch Spondylosis deformans in Hyperlordose fixiert ist, besonders wenn noch ein Altersrundrücken vorliegt.
Auf diese Prädisposition des Seniums für Hyperextensionsverletzungen haben auch GELEHRTER und VITTALI hingewiesen und BARNES publizierte 6 Fälle von Hyperextensionsverletzungen, wobei der jüngste Patient 57 Jahre alt war.

BARNES hat gezeigt, daß es durch Überstreckung zu einer wesentlichen Einengung des Wirbelkanals kommen kann. Die Ligamenta flava pressen sich dabei gegen das Rückenmark. Bestehen gleichzeitig an der Hinterseite des WK spondylotische Randwülste, so kann das Rückenmark zwischen Ligamenta flava und den Randwülsten völlig abgequetscht werden. Ein Großteil der Halsmarkschädigung bei alten Leuten entsteht durch diesen Mechanismus (J. BÖHLER).
Wenn keine Wirbelsäulenverletzungen bei Querschnittslähmung nachzuweisen ist, dann wird diese Verletzung oft als Spontanreposition einer Halswirbelsäulen-Luxation gedeutet. Eine derartige Beobachtung konnten wir in unserem Krankengut nicht machen.

## 2. HÄUFIGKEIT VON FRAKTUREN MEHRERER WIRBELKÖRPER

Wir fanden in unserem Krankengut, daß bei 30,4 % der Patienten zwei WK gebrochen waren, bei 12,42 % drei WK und bei 4,28 % sogar vier und mehr WK beteiligt waren, teilweise benachbart, teilweise auch in höherer oder tieferer Lage.
SALEM und WEHRLE fanden bei 20 % der WS-Verletzten gleichzeitig eine Fraktur mehrerer Wirbel und eine Statistik von SEYFARTH ergab bei 21,7 % seiner Patienten den gleichzeitigen Bruch von 2 WK, bei 4,2 % den Bruch von 3 WK und bei 2,5 % den Bruch von gleichzeitig 4 WK.
Auch LOB fand unter 170 Wirbelfrakturen 24 Serienverletzungen (14,1 %), bei denen 3 oder mehr Wirbelkörper gebrochen waren.
Man mache es sich also zur Regel, bei einem erheblichen Trauma auch an die Möglichkeit von Frakturen mehrerer WK zu denken und nach Möglichkeit großzügig zu röntgen.

## 3. SYMPTOMATIK DER WIRBELSÄULENVERLETZUNG

Als wichtigstes Hilfsmittel zur Lokalisation der Frakturstelle erscheint neben dem Röntgenbild die Prüfung des Klopf-Druck- und Stauchungsschmerzes.
Wir fanden diese Symptome bei 86,74 % (Druck- u. Klopfschmerz) bzw. 59,65 % (Stauchungsschmerz) unserer Patienten.
Schmerzäußerungen mit Bewegungseinschränkung und Muskelverspannung geben nur einen Hinweis auf eine Fraktur, sind nicht obligat nachzuweisen und auch bei Contusio der WS zu finden.
Nur jeder zweite Patient in unserem Krankengut zeigte eine offensichtliche Bewegungseinschränkung und nur jeder zehnte einen Gibbus. Dagegen fanden WELLER, KERN und KUMMER bei 26 % ihrer Patienten einen Gibbus.
Gute Anhaltspunkte für den Verdacht einer Luxation oder Fraktur im Bereich der oberen zwei HWK sind ein traumatisch bedingter Schiefhals, stärkste Einschränkung der Drehbewegungen des Kopfes oder lediglich Steifhalten des Kopfes.
Im Gegensatz zu den sehr schmerzhaften Atlasbogenfrakturen sind die Densfrakturen durchwegs symptomarm.

Die Symptomatik der Wirbelsäulenverletzungen ist also durchaus dazu angetan, Verletzungen zu bagatellisieren.
Erschwert wird die Diagnostik dadurch, daß keine Parallele zwischen dem Ausmaß der subjektiven Beschwerden und der Schwere der Verletzung sowie ihrer möglicherweise ernsten Prognose besteht.

Die Röntgenaufnahmen bei fraglichen Bogen-, Dens- und Atlasfrakturen sollten nach einigen Tagen wiederholt werden, da dann die Bruchstellen meist deutlicher zur Darstellung kommen. Diese Forderung soll unser Beispiel,beschrieben auf Seite 30, untermauern. Bei Bogenfrakturen sind halbschräge Aufnahmen zu fordern.

## 4. NEBENVERLETZUNGEN

In unserem Krankengut wiesen 40,93 % der Patienten Nebenverletzungen auf. LOB gibt in der 2. Auflage seines Buches 50 % an, und SEYFARTH liegt mit 56,7 % sogar noch höher.
Jeder dritte Patient wies in unserem Krankengut ein Schädelhirntrauma auf und etwa jeder fünfte eine Extremitäten- oder Rippenfraktur.
Bei LOB stand die Oberschenkelfraktur mit 14,41 % vor den Rippenbrüchen mit 10,81 % und den Frakturen an den oberen Extremitäten mit 9,91 %. Schädelverletzungen und Beckenbrüche lagen bei LOB mit 6,31 % auf gleicher Höhe.
In der Statistik von SEYFARTH überwiegen die Schädel-Hirntraumen. WELLER,KERN und KUMMER fanden bei 34 % der Patienten Nebenverletzungen, davon bei 21 % Schädel-Hirntraumen, bei 9 % Extremitätenfrakturen, bei 6 % Rippenfrakturen und bei 3 % Beckenbrüche. SALEM und WEHRLE sahen bei 20 % Nebenverletzungen. KOCHER wies darauf hin, daß bei Calcaneus- Brustbein- und Rippenverletzungen auch die Wirbelsäule beteiligt ist. Bei Schädelverletzungen und selbst bei einer einfachen Commotio cerebri sollte man an eine Mitverletzung der Wirbelsäule denken. JUNGHANNS empfiehlt bei Schädel- Hirn- Traumen eine möglichst eingehende klinische und röntgenologische Untersuchung der Halswirbelsäule.
Nur jeder 20. Patient in unserem Krankengut wies Schocksymptome auf, was ein Zeichen dafür ist, daß Wirbelfrakturen auch bei leichteren Traumen auftreten können. Man kann daher nicht großzügig genug sein mit der Indikation zur Untersuchung der Wirbelsäule.

## 5. LOKALISATION DER TYPISCHEN WIRBELSÄULENVERLETZUNGEN UND PRÄDISPOSITION FÜR BESTIMMTE ALTERSKLASSEN

Die Tatsache, daß der Bandscheibenturgor jenseits des 40. Lebensjahres geringer wird, die Bänder an Elastizität verlieren und die Beweglichkeit der Wirbelsäule durch degenerative Veränderungen immer mehr abnimmt, spielt eine wesentliche Rolle für die Altersverteilung der einzelnen Verletzungsformen.

Die vollausgebildete Wirbelsäulen-Verletzung mit Bandscheibenbeteiligung zeigte ihre Hauptlokalisation in unserem Krankengut an BWK 6, 7, an BWK 11, 12, und an LWK 1. In der Altersverteilung zeigte sich der Gipfel im 2. Lebensjahrzehnt. Das bestätigt nur die Annahme LOB'S, daß die Sprengkraft der Bandscheibe an den unteren Abschnitten der Wirbelsäule, die im 2. Dezennium sicher einen maximalen Turgor besitzt, am Zustandekommen der schwersten Wirbelsäulen-Verletzung die bedeutendste Rolle spielt. Der Gipfel im 2. Lebensjahrzehnt muß vorwiegend mit der starken Zunahme der schweren Verkehrsunfälle in dieser Altersklasse in Zusammenhang gebracht werden. LOB legt das Maximum der vollausgebildeten Wirbelsäulen-Verletzung in seinem Buch von 1954 zwischen das 30. und 39. Lebensjahr.

Die isolierten Wirbelkörperbrüche fanden wir überwiegend an der unteren BWS und LWS, was der Hauptlokalisation der Wirbelfrakturen entspricht.
Der Bezug auf das Alter zeigte die nicht weiter überraschende Tatsache, daß das 5. und 6. Dezennium hauptsächlich betroffen waren. Auch bei LOB erscheint der isolierte Wirbelkörper-Bruch mit seiner höchsten Spitze jenseits des 50. Lebensjahres und LOB gibt als Erklärung das allmähliche Nachlassen des Bandscheibenturgors jenseits des 40. Lebensjahres an.
Hinsichtlich der Therapie kann daraus der Schluß gezogen werden, daß in dieser Altersklasse die Frakturheilung eine gute Stabilisierung bringen muß, gleich nach welcher Methode therapiert wird, da nur in Ausnahmefällen in den Wirbelkörper vorgefallenes Bandscheibengewebe die Sklerosierung des gebrochenen WK verhindert.

So nimmt die Zwischenwirbelscheibe bei den zuletzt genannten zwei Frakturtypen eine zentrale Stellung ein, da die Frakturen einerseits aus der Explosionskraft der jugendlichen Bandscheibe und andererseits bei der isolierten WK-Fraktur aus dem nachlassenden Turgor des nucleus pulposus resultieren.

Luxationsfrakturen fanden wir vorwiegend am 4. 5. und 6. Halswirbel-Körper. In der Altersverteilung zeigt sich der Gipfel im 2. Lebensjahrzehnt und eine erneute geringe Zunahme im 4. Dezennium. GELEHRTER und VITTALI fanden die größte Frequenz im 4. bis 6. Lebensjahrzehnt. Zur Erklärung unserer Angaben möchte ich wiederum die Zunahme der Kraftfahrzeug- und Mopedunfälle bei Jugendlichen anführen. Die starke Häufung der Luxationsfrakturen an der unteren HWS, dem beweglichsten Anteil der Wirbelsäule wird zu den häufigsten neurologischen Komplikationen führen, sofern der rettende Bogenbruch (BÖHLER) ausbleibt. Über neurologische Komplikationen in unserem Krankengut berichtet FRANKE.
Randleistenabbrüche fanden wir überwiegend an der unteren BWS und der LWS bedingt durch die Zahl der Hyperflexionsfrakturen an diesem Wirbelsäulenabschnitt. Die Altersverteilung zeigte einen Gipfel im 2. und einen im 5. Dezennium. Massive Gewalteinwirkungen bzw. Bandscheibenverschmälerung und Spondylosis deformans in der höheren Altersklasse sind dafür verantwortlich zu machen.

## 6. WIRBELFRAKTUREN BEI KINDERN

Wirbelbrüche treten im Kindesalter nur selten auf. Etwa 0,2 % aller Frakturen bei Kindern betreffen die Wirbelsäule (VINZ). Ursache der Seltenheit sind die besonderen Elastizitätseigenschaften der kindlichen Wirbelsäule. Die Zwischenwirbelscheibe setzt sich nach JUNGHANNS aus vier Teilen zusammen, nämlich aus dem nucleus pulposus, dem anulus fibrosus und den beiden Knorpelplatten, die die Deck- und Grundplatten des Wirbelkörpers begrenzen.
Die Knorpelplatten bilden das Stratum germinativum des Wirbelkörpers und ermöglichen sein Längenwachstum. Beim Kind sind diese Knorpelplatten entsprechend ihrer großen Aufgabe wesentlich dikker ausgebildet als beim Erwachsenen. Die Knochen, Knorpel und Bandanteile der Wirbelsäule sind beim Kind viel stärker belastbar und elastischer als beim Erwachsenen.

Wir registrierten 17 Wirbelfrakturen bei 2 bis 16 Jahre alten Kindern.
Mit zwei Ausnahmen (einer Luxationsfraktur und einer Kompressionsfraktur an der HWS) waren gleichmäßig die mittlere BWS und die untere BWS mit oberer LWS betroffen.
Nach der Beobachtung von VINZ waren in seinem Krankengut fast ausschließlich die untere BWS und obere LWS betroffen.
GELEHRTER weist daraufhin, daß Wirbelbrüche bei Kindern fast niemals unterhalb L 1 bzw. L 2 auftreten. Wir beobachteten an LWK 3 zwei Frakturen aber keine an den Wirbelkörpern darunter.
Die S y m p t o m a t i k bei Kindern ist noch unergiebiger als bei Erwachsenen. Nach den Erfahrungen von VINZ ist der Befund einer röntgenologisch eindeutigen Wirbelfraktur die Ausnahme.
Die S c h w i e r i g k e i t e n liegen in der Differentialdiagnose, da Bogenbrüche mit noch nicht geschlossenen Bogen verwechselt werden können, persistierende Apophysen zur Diagnose abgebrochener Knochenstücke verleiten und ein keilförmiger Wirbelkörper nach MORBUS SCHEUERMANN oder der vertebra plana CALVÉ mit einer Fraktur verwechselt werden können.
Auch in unserem Krankengut wurde ein Fall beobachtet, bei dem zuerst eine Wachstumsfuge im Dens axis zur Diagnose einer Densfraktur bei einem zweijährigen Kind verleitete. DUNLAP, MORRIS und THOMPSON weisen daraufhin, daß man bei Kindern bis zu neun Jahren öfters eine teilweise Verschiebung des 2. HWK gegen den 3. HWK nach vorne findet, was sie als vordere Luxation bezeichnen. Ohne Beschwerden sollte man wegen dieses Röntgenbefundes keine Therapie einleiten.
Ebenso kann es bei Kindern im Anschluß an entzündliche Erkrankungen des Nasen-Rachenraumes zu einer Verschiebung des Atlas gegen den 2. HWK nach vorne kommen. Ursache ist eine durch die Entzündung bedingte Hyperämie, die zu einer Lockerung der intervertebralen Bänder führt, so daß bereits geringe Traumen oder sogar schon die normale Belastung ausreichen, um die Dislokation hervorzurufen. Auch GELEHRTER berichtet über die Schwierigkeit, im Kindesalter traumatische Subluxationen der HWS von den noch im Bereich der Norm liegenden Varianten der Pseudoluxationen zu trennen.
Wir fanden unter den B r u c h a r t e n die isolierten Wirbelkörperbrüche weit überwiegen, was vornehmlich auf die große Ela-

stizität der Knorpelplatte und den verminderten Turgor der Bandscheibe zurückzuführen ist, so daß die Gewalteinwirkung über die einzelnen Bewegungssegmente der Wirbelsäule gut abgebaut werden kann und sich nicht voll auf wenige Wirbelkörper auswirkt. Als typische Bruchform des Kindesalters fanden wir also die isolierte Wirbelkompression ventral ohne Deckplattenbeteiligung. Echte Randleistenabbrüche fanden wir nur bei den 14 - 16 Jahre alten Patienten. Echte Absprengungen an der oberen oder unteren Wirbelkörperkante sollen nach GELEHRTER bei Kindern noch nicht beschrieben worden sein, da die Verknöcherung der Randleiste individuell verschieden zwischen dem 11. und 14. Lebensjahr erst einsetzt. VINZ beobachtete einen Fall einer echten Absprengung bei einem zwölfjährigen Mädchen.

Unsere Klinik behandelte von den 15 Kindern, die Frakturen an der BWS und LWS aufwiesen, sieben nach Magnus, sechs nach Böhler und zwei mit einer Gipsliegeschale. Die Wirbelkörperaufrichtung wurde ausschließlich bei 13 bis 16 Jährigen durchgeführt und ergab in vier Fällen ein ausgezeichnetes Ergebnis und in zwei Fällen keine Änderung der Wirbelkörperform.
Auch die Böhler-Schule richtet kindliche WK-Frakturen auf.
VINZ lehnt die Aufrichtung ab, da nach seiner Meinung überwiegend eine Grünholz-Fraktur vorliegt, bei der es deshalb nicht zu einer echten Kontinuitätstrennung von Knochengewebe kommt, sondern nur zu Ineinanderstauchung des Spongiosagerüstes. Nach seiner Meinung ist eine Aufrichtung sinnlos, da die bei der Stauchung ineinander verzahnten Spongiosabälkchen einen hohen Grad innerer Reibung besitzen. Die Zugkräfte bei der Hyperlordosierung reichen nicht aus, diese Reibung zu überwinden. VINZ lehnt daher die Aufrichtung der kindlichen Kompressionsfraktur vom Typ der Grünholz-Fraktur ab und gibt als Therapievorschlag an, daß bei leichter Keilform, wie sie überwiegend vorliegt, die Flachlagerung genügt und bei stärkerer Deformierung die Reklinationslagerung vorteilhaft ist. Bei den seltenen kindlichen Kompressionsfrakturen mit echter Fragmentation des Wirbelkörpers erwartet VINZ einen Erfolg der Böhlerschen Therapie.
Unsere Fälle von Wirbelkörperaufrichtung bei 13 - 16 Jährigen zeigen also, daß sich in dieser Altersklasse ein ausgezeichnetes Aufrichtungsergebnis erzielen läßt.

Nach WITT tritt die A u s h e i l u n g eines kindlichen Wirbelbruches wesentlich rascher ein als beim Erwachsenen, doch sollte dennoch nicht vor der 10. bis 12. Woche mit der Belastung begonnen werden.
In unserer Klinik stimmten die Zeiten des Beginns der Übungsbehandlung, des ersten Belastens und der Abnahme des Gipskorsettes mit den bei Erwachsenen üblichen Zeiten überein.
Bei den zwei Kindern,die wir 9 bzw. 2 Jahre nach dem Unfall nachuntersuchten, und die zum Zeitpunkt des Unfalles beide 13 Jahre alt waren,konnten wir eine deutliche Zunahme der Wirbelkörperhöhe seit der Krankenhausentlassung feststellen.Es war kein Wachstumsschaden eingetreten.
Auch VINZ fand bei der Hälfte der von ihm nachuntersuchten Kinder eine sichere posttraumatische Wachstumszunahme der frakturierten Wirbelkörper im Vergleich zu den Gesunden. Das stimmt auch mit den Erfahrungen von GELEHRTER überein, der ähnliche Beobachtungen bei 60 % der von ihm nachuntersuchten kindlichen Patienten machte. Im ungünstigsten Fall kam es zu einem proportionalen Mitwachsen der Keilwirbel.
Die Wiederaufrichtung des gebrochenen WK durch relatives Mehrwachstum geschieht offenbar unabhängig von den verschiedenen Therapieformen in den Perioden des körperlichen Längenwachstums. Ich verweise besonders auf den von uns beobachteten Fall, der nach Magnus therapiert wurde (S. 26).

## 7. ZUSAMMENFASSUNG UND VERGLEICH DER ERGEBNISSE DER THERAPIE VON HWS - VERLETZUNGEN

Unsere Klinik befolgt wegen der überwiegenden Zahl der Luxationen und Luxationsfrakturen an der HWS ein aktives Vorgehen. Die Reposition erfolgte manuell, mit der Glissonschen Schlinge und selten mit der Crutchfield-Klammer. Die manuelle Reposition ist besonders bei neurologischen Komplikationen von Vorteil, da die spinale Raumbeengung innerhalb von Minuten beseitigt werden kann. Nach HOPF und WITT kann dadurch das Begleitoedem gemildert oder sogar zum raschen Rückgang gebracht werden.
Nach manueller Reposition wurden in unserer Klinik niemals Lähmungen beobachtet.

Der Dauerzug mit der Glissonschen Schlinge ist abzulehnen, da die Nachteile zu groß sind. (Druck auf Hinterkopf und Kinn, Decubitus, Erschwerung der Nahrungsaufnahme, mangelhafte Mundpflege).

Bei veralteten Brüchen empfiehlt sich die Crutchfield-Klammer oder eine Drahtextension nach ZORN an beiden Scheitelbeinen. Unsere Klinik behandelt veraltete Brüche streng konservativ.
Nur in drei Fällen war es in unserer Klinik zu einer Blockwirbelbildung zwischen HWK gekommen, wobei ein Fall einer instabilen Bogenfraktur, der zur Blockbildung führte,besonders bemerkenswert erscheint.
Die von CLOWARD und J. BÖHLER angegebene Wirbelkörperverblockung bei instabilen Frakturen, die den bisherigen operativen Verfahren überlegen erscheint, wurde in unserer Klinik nicht durchgeführt. WITT empfiehlt bei der operativen Therapie an der HWS äußerste Zurückhaltung.
Interessant ist ein Therapievergleich mit NODT (1964) , der sich zur konservativen Behandlung an der HWS bekennt, da er nach manueller Reposition Lähmungen befürchtet.
Er erreichte bei teilweiser unveränderter Luxationsstellung meist eine Block- mit leichter Gibbusbildung der HWS bei geringer Bewegungseinschränkung. Der Krankenhausaufenthalt betrug nach seiner Therapie 29 Tage.
Auch HOPF (1960) fand in nahezu 10 % seines Beobachtungsgutes eine posttraumatische Blockwirbelbildung.
Ein aktives Vorgehen bei der Reposition einer Luxation und lange Gipsbehandlung scheint die Zahl der Blockwirbelbildungen gering - halten zu können. wie unsere Fälle beweisen.

Ergebnisse der Röntgen-Nachuntersuchung:

Besonders häufig war bei der Arthrosis deformans der HWS-Gelenke die Verbindung C 4/5 und C 5/6 beteiligt, bei den processi uncinati der HWK 6 und bei der Bandscheibenverschmälerung die Verbindung C 5/6 und C 6/7.
Traumatisch bedingte Arthrosen zeigten im ersten Janr nach dem Unfall 23,1 % der Patienten und 53,9 % bei der Nachuntersuchung 2 bis 11 Jahre nach dem Unfall. Von den Patienten, die 11 bis 22 Jahre nach dem Unfall nachuntersucht wurden, wiesen von 6 Patienten 5 eine Arthrosis deformans der HWS-Gelenke auf.

Veränderungen an den Uncovertebralgelenken fanden wir bei der Nachuntersuchung bei 31 % der Patienten.
Es ist nicht gesichert, ob diese Randwülste Schmerzen auslösen können. Wir fanden derartige Veränderungen auch an Patienten vor, die nicht über Beschwerden klagten.
PIZON (1963) fand in seinem Krankengut posttraumatische Arthrosen bei 83 % in den ersten drei Monaten nach dem Unfall und Veränderungen an den Uncovertebralgelenken bei 64 % der Patienten in den ersten 16 Monaten nach dem Trauma.

## 8. ZUSAMMENFASSUNG UND VERGLEICH DER THERAPIEERGEBNISSE BEI FRAKTUREN DER BRUST- UND LENDENWIRBELSÄULE

Von 343 Kompressionsfrakturen in den Jahren 1946 bis 1967 wurden in unserer Klinik 59 % nach Magnus therapiert und 39 % nach Böhler im ventralen Durchhang aufgerichtet.
Die Frühergebnisse nach Wirbelkörper-Aufrichtung in den Jahren 1957 bis 1967 zeigten, daß in 64,5 % der Fälle ein sehr gutes Aufrichtungsergebnis erzielt werden konnte. In 22,6 % aller Fälle war es zu keiner Aufrichtung gekommen und 12,9 % zeigten eine mehr oder weniger gute Entfaltung der frakturierten Wirbelkörper.

Als wahrscheinliche Ursache für das negative Aufrichtungsergebnis konnten wir in 12 Fällen einen tiefen trichterförmigen Deckplatteneinbruch mit eventuellem Einbruch des nucleus pulposus in den WK finden, in 7 Fällen war der Bruch veraltert und das Trauma lag mehr als drei Wochen zurück, in 3 Fällen war ein ausgeprägter Vorderkantenabbruch mit wahrscheinlicher teilweiser Ablösung des vorderen Längsbandes bzw. eine ausgeprägte Spangenbildung die Ursache, in 4 Fällen wurde versucht, einen Bruch an einem WK der mittleren BWS aufzurichten und in 3 Fällen lag eine starke Trümmerfraktur der Wirbelkörper vor.

Auch BÖHLER sieht in einem tiefen Deckplatteneinbruch eine Kontraindikation zur Aufrichtung und LOB meint, daß weit in das WK-Innere vorgedrungene Bandscheibengewebe durch Zug und Hyperlordosierung nicht mehr in normale Lage zu bringen ist.

Bei der Durchsicht der Röntgenbilder konnten wir in einigen Fällen feststellen, daß sich die Einbrüche von Deck- und Grundplatten mit eingedrungenem Bandscheibengewebe erst Wochen nach dem Unfall gut darstellten und das vorher negative Ergebnis des Röntgenbildes zum Aufrichtungsversuch veranlaßte.

Bei einem Vergleich der Behandlung nach BÖHLER und MAGNUS hinsichtlich des Krankenhausaufenthaltes in unserer Klinik zeigt sich, daß die nach Magnus therapierten Patienten (7,8 Wochen) durchschnittlich 2,3 Wochen länger im Krankenhaus blieben, als die nach Böhler behandelten Patienten (5,5 Wochen).
BÜRKLE de la CAMP gibt für seine nach Magnus behandelten Patienten 45,5 Tage und für die nach Böhler therapierten Patienten 22,2 Tage des Krankenhausaufenthaltes an.
Die Wiener chirurgische Klinik II (nach SALEM) hält die nach Böhler therapierten Patienten 9 Tage und die nach Magnus behandelten Patienten 2 bis 8 Wochen in der Klinik.

Wichtig für die Wahl des Zeitpunktes der Gipsabnahme ist die Ausheilung von WK-Frakturen. Der isolierte WK-Bruch heilt nach LOB mit Periost- und Markkallus aus. Nach seinen Untersuchungen muß man für die knöcherne Ausheilung etwa einen Zeitraum von 3 bis 4 Monaten ansetzen. Die Tragfähigkeit des ausgeheilten Wirbelbruches kann trotz der verhältnismäßig geringen Kallusbildung als ausreichend bezeichnet werden, da eine knöcherne Vereinigung der ineinandergestauchten Spongiosaabschnitte eintritt. (LOB).
Das bei einer vollausgebildeten Wirbelsäulenverletzung in den WK vorgedrungene Bandscheibengewebe verhindert nach LOB die knöcherne Vereinigung der WK-Bruchstücke und wird bindegewebig umgewandelt. Nach seinen Beobachtungen muß bei deisem Frakturtyp mit 6 Monaten bis zur vollständigen Stabilisierung gerechnet werden.
Nach WACHS wird auch das Bandscheibengewebe meist unter Bildung von reaktiven Knorpelwucherungen in der Umgebung der Knorpelschlußplatte zu Ausheilungsvorgängen herangezogen.
SCHEIDT zeigte in histologischen Bildern, daß es nach Aufrichtung des WK und unter der später einsetzenden Belastung zu einer kräftigen endostalen Knochenneubildung gekommen war und weiterhin, daß sich die eingebrochene Bandscheibe im Sinne einer Reparation am Wiederaufbau beteiligt, indem es zu einer regen knorpeligen

Umwandlung kommt. Der Schritt zur knöchernen Umwandlung erscheint SCHEIDT nicht utopisch, da Verknöcherungsvorgänge im normal gelagerten nucleus pulposus bekannt sind. Die wichtige Frage nach der Beteiligung des in den WK vorgefallenen Bandscheibengewebes an den Ausheilungsvorgängen scheint im Schrifttum noch nicht ausreichend geklärt. Unsere Erfahrungen zeigten, daß WK mit tiefen Deckplatteneinbrüchen sich entweder nicht aufrichten ließen, oder nach Aufrichtung eher wieder zusammensinterten als solche Frakturen, bei denen aufgrund der Beschaffenheit der Deckplatte ein n. Pulposus Einbruch in den WK ausgeschlossen werden konnte.

Der Zeitpunkt der Gipsabnahme lag bei unseren Patienten durchschnittlich 11,22 Wochen nach dem Unfall, wobei allerdings 52 % der Patienten den Gips über diese Zeit tragen mußten bis maximal 16 Wochen.

BÜRKLE de la CAMP beläßt bei merklicher Achsenknickung das Gipsmieder nicht unter 16 Wochen und bei schweren Frakturen 24 bis 28 Wochen. BÖHLER forderte anfangs das Tragen des Gipsmieders bis zu 11 Monaten, später setzte er 14 Wochen fest. Die Wiener II. chirurgische Klinik (nach SALEM) beläßt den Gips 12 bis 16 Wochen.

Zusammenfassend läßt sich sagen,daß für die Aufrichtung nach Böhler die kurze Liegezeit der Patienten und der kurze Krankenhausaufenthalt sprechen, wodurch sich Thrombosen und Embolien verringern lassen. Gegen die WK-Aufrichtung sprechen dagegen die lange Zeit der Gipsbehandlung und die lange Dauer bis zur Erreichung der Arbeitsfähigkeit, wodurch Behandlungsneurosen entstehen können. Im Gipsmieder kann auch die Muskulatur nicht so gekräftigt werden, wie es sein sollte, weshalb nach Gipsabnahme noch Restbeschwerden bestehen können, die den Patienten psychisch beeinflussen.
Für die Therapie nach MAGNUS spricht, daß die Patienten 4 bis 6 Wochen früher die Arbeitsfähigkeit erlangen, dagegen spricht aber die Tatsache, daß die Patienten später das Krankenbett verlassen und auch später aus der Klinik entlassen werden als die nach BÖHLER behandelten Patienten.
Allein wegen dieser Zahlenwerte einer Therapie ven Vorzug zu geben, erscheint nicht gerechtfertigt.

Spätergebnisse:

Bei 17,3 % der nach MAGNUS in unserer Klinik behandelten Patienten war es zu einer stärkeren Nachsinterung gekommen. Im Krankengut der chirurgischen Klinik Halle kam es nach HOFFMANN und SANDER (1966) bei 20 % zu einer Nachsinterung.
Als Gründe für das Spätsintern, das nach unserer Meinung 2 bis 18 Wochen nach dem Unfall stattgefunden haben muß, nahmen wir in 10 Fällen zu frühes Aufstehen an, in 8 Fällen eine posttraumatische Osteoporose und in 4 Fällen eine zu geringe Kallusbildung.

Bei den nach Böhler therapierten Patienten kam es in unserer Klinik bei 9,6 % zu einem stärkeren Nachsintern und bei 7,1 % zu einer mäßigen Zunahme der Kompression. Der Zeitpunkt des Nachsinterns lag zwischen der 2. Woche und 8 Monaten nach dem Unfall.

Im Krankengut HOFFMANN und SANDERS war es bei 28 % zu einer Nachsinterung der aufgerichteten WK gekommen.
WESTERBORN und OLSSON (1951) beschrieben 35 nach Böhler therapierte Fälle, bei denen nach einem Jahr 37,4 % Befunde wie vor der Reposition lieferten, 34 % wie nach der Aufrichtung blieben und 28,6 % auf die Hälfte gesintert waren.
Auch SCHÜTZ (1951) fand die Mehrzahl der von ihm nach Böhler aufgerichteten Wirbelkörper nach Jahren wieder zusammengesintert. In unserer Klinik dagegen konnte bei 83,3 % der nach Böhler behandelten Patienten das Aufrichtungsergebnis erhalten werden.

Der Grund liegt nach unserer Meinung in der strengen Indikationsstellung, nur Frakturen der unteren BWS/LWS aufzurichten, die nicht älter als maximal 14 Tage sind. Bei starken Deckplatteneinbrüchen sollte von der Aufrichtung abgesehen werden. Der Zeitpunkt der Gipsabnahme sollte vom Röntgenbefund abhängig gemacht werden.

Als Gründe für das Nachsintern der aufgerichteten Wirbelkörper fanden wir:

1. posttraumatische Osteoporose oder Kümmell-Verneuilsche Erkrankung
2. starker trichterförmiger Deckplatteneinbruch und Randleistenabsprengungen
3. zu spät aufgerichteter Bruch
4. mäßige Kallusbildung
5. schlechter Sitz des Gipskorsettes und zu frühe Belastung

Erklärung des Nachsinterns unter Berücksichtigung der posttraumatischen Osteoporose und der Kümmell-Verneuilschen Erkrankung.

Unter Kümmell-Verneuilscher Erkrankung versteht man einen im Jahre 1891 beschriebenen rarefizierenden Prozeß im Bereich der WK-Spongiosa, der sich nach Traumen der WS im Verlaufe von Wochen und Monaten entwickeln kann. Die Folge ist ein Wirbelkörperzusammenbruch. LOB hält dieses Syndrom für kein eigentliches Krankheitsbild. Nach LOB sind Ursache für das Sintern der WK umfangreiche Wirbelnekrosen mit vermindertem Anbau neuen Knochens, Bandscheibenvorfall ins Innere des Wirbelkörpers und Störung der Durchblutung durch eine direkte Gefäßschädigung oder eine reflektorische Gefäßsperre.
Auch WITT lehnt die Kümmellsche Erkrankung ab und schließt sich der Lobschen Meinung an.

Nach Junghanns steht eine endgültige Klärung der posttraumatischen Osteoporose noch aus. Bei der Heilung einer Fraktur können die Stadien der normalen Knochenbruchheilung mit Auf- und Abbauvorgängen entgleisen. Wenn dieses Stadium erreicht ist, sind Rückführung zur Ausheilung nicht mehr möglich (JUNGHANNS).
Als Endzustand kann sicherlich auch an der WS eine echte Osteoporose auftreten. Inwieweit es eine Sudecksche Dystrophie mit dem Endzustand einer Osteoporose an der WS gibt, ~~ist im~~ Schrifttum noch nicht eindeutig geklärt. Man sollte auch an die starken hormonellen Einflüsse und an eine Inaktivitätsosteoporose denken.

Ausschlaggebend für die Vorteile einer Behandlungsmethode sind letztlich nur die Spätergebnisse. Für den Vorteil der einen oder anderen Therapie sollen hier der bleibende Gibbusgrad und die Achsenknickung der WS, die Beweglichkeit und die Schmerzangaben der Patienten 2 bis 11 Jahre nach dem Unfall herangezogen werden.

| | SPÄTSCHMERZ | | NACHSINTERN | |
|---|---|---|---|---|
| MAGNUS | 48,0 % | keine Schmerzen | 17,3 % | |
| | 33,4 % | leichte Schmerzen | | |
| | 6,6 % | mittelgradige Schmerzen | | |
| | 12,0 % | starke Schmerzen | | |
| BÖHLER | 42,1 % | keine Schmerzen | 9,6 % | starkes Nachsintern |
| | 39,7 % | leichte Schmerzen | | |
| | 6,1 % | mittelgradige Schmerzen | 7,1 % | mäßige Zunahme der Kompression |
| | 12,1 % | starke Schmerzen | | |

Da das Ausmaß der statischen Fehlhaltung vom Grade der Achsenknickung abhängt, kommt es sehr darauf an, ob das Spätsintern eines Wirbelkörpers von einem aufgerichteten oder nicht aufgerichteten WK ausgeht. Die bessere Stellung der Achse der Wirbelsäule nach Aufrichtung spricht in unserem Krankengut für die Therapie nach BÖHLER, allerdings verwischt sich dieser Vorteil was die Spätbeweglichkeit und die Spätschmerzzustände anbelangt, wo wir bei keiner Therapie aus der Sicht der Jahre nach dem Unfall ins Auge fallende Unterschiede feststellen konnten. Auch BRÜCKNER und UNGER (1962) aus der Charite (Berlin) fanden bei einer Nachuntersuchung bei einer Beobachtungszeit 2 bis 11 Jahre nach dem Trauma in funktioneller Hinsicht keinen Unterschied zwischen nach Böhler oder nach Magnus behandelten Patienten und SCHÜTZ berichtet ähnliches. Nach HOFFMANN und SANDER war die Bewegungsfähigkeit bei den nach Böhler behandelten Patienten 1/2 Jahr nach Behandlungsabschluß besser und die Beschwerden waren geringer.

LOB, NICOLL, BÜRKLE de la CAMP berichten über eine kürzere Behandlungsdauer und das Ausbleiben des Elastizitätsverlustes bei den funktionell Behandelten und weisen darauf hin, daß ein Repositionsmanöver eine nicht unerhebliche Belastung für den gesamten Organismus darstelle. Dieser Ansicht schließen wir uns nur bedingt an, wenn auch die Hyperlordosierung für die Wirbelgelenke unphysiologisch erscheint,da in Überstreckung eingegipst wird, was sonst bei keiner Fraktur geschieht.
Wir verweisen auf unsere Aufrichtungsergebnisse bei 60 - 70 Jährigen auf Seite 32 und 46.

## 9. POSTTRAUMATISCHE VERÄNDERUNGEN DER STATIK DER WIRBELSÄULE UND WERTUNG DER BEFUNDE

Die posttraumatischen Folgezustände an der WS setzen sich zusammen aus Störungen der Statik und der Beweglichkeit. Aussagen über die Statik lassen sich aus der veränderten Achse der WS im engumgrenzten Bezirk um die Verletzungsstelle oder erweitert als Veränderung der Kyphose oder Lordose, als Gibbusbildung oder als seitliche Abweichung in Form der posttraumatischen Torsionsskoliose machen.

Bei der Nachuntersuchung 2 bis 22 Jahre nach dem Unfall fanden wir bei 73 % eine leichte Skoliose, bei 7,6 % eine mittlere Skoliose und bei 10,6 % eine hochgradige Skoliose.
Die S k o l i o s e nach schweren Wirbelfrakturen mit seitlicher Deformation des Wirbelkörpers oder der Zwischenwirbelscheibe betrachten wir als fixiert im Gegensatz zu den muskulär bedingten Ermüdungsskoliosen nach leichteren Wirbelfrakturen, die als labil bezeichnet werden müssen und die wir häufig bei Patienten fanden, die über eine Zunahme ihrer Kreuzschmerzen nach längerem Stehen oder Sitzen klagten.
Die posttraumatische Skoliose hat nach LANGE Bedeutung, da sie zu arthrotischen Veränderungen der Wirbelgelenke und zu Verschleißvorgängen an den benachbarten Bandscheiben führt.
Findet sich eine Schmerzhaftigkeit in einem Wirbelbogengelenk, so kann die Entlastung dieses Gelenkes nur durch eine seitliche Verbiegung der Wirbelsäule erreicht werden.
Auch hier kommt es zu einer labilen Ausweichsskoliose und ihr Ausmaß ist von der Schmerzhaftigkeit im Gelenk abhängig.

Abweichungen der Wirbelsäulenform im Sinne einer Verstärkung der Kyphose oder Lordose oder einer Streckhaltung fanden wir leichtgradig bei 41,2 % der Nachuntersuchten, mittelgradig bei 22,3 % und hochgradig bei 35,3 %.

Ein leichter Gibbus lag bei 14,1 %, ein mittelgradiger bei 5,45 % und ein schwerer bei 3,3 % der Patienten vor.
Da in kyphotischen Wirbelsäulenabschnitten und am Übergang der BWS in die LWS die Keildeformation überwiegt, wird hier die physiologische Kyphose verstärkt. Die Brustwirbelsäule kompensiert aber jede Zunahme der Kyphosierung mit einer reflektorischen Streckung der benachbarten Wirbelsäulenabschnitte. Diese Streckhaltung ist anfangs muskulär bedingt, und Hartspann überwiegt bei diesen Patienten, flacht aber mit weiterer Zunahme der Kyphose wieder ab. Die muskulär fixierte Fehlhaltung war die Ursache für Schmerzsymptome wahrscheinlich über falsch beanspruchte Wirbelgelenke.
Eine Wirbelkompression bzw. Bandscheibenverschmälerung in lordotischen Abschnitten führte zur Abflachung der physiologischen Lordose. Die Beschwerden werden hierbei als quälender angegeben. Nicht mehr an der Bruchstelle sondern oberhalb und unterhalb davon in angrenzenden Wirbelsäulenabschnitten, die durch die Kompensation widernatürlich verändert werden, entstehen Beschwerden, die besonders von muskelschwachen älteren Patienten angegeben werden.

Mit Recht gilt nach HOPF der sogenannte hohe Lendenbuckel als bleibende Insuffizienzquelle der Wirbelsäule und nach M. LANGE sind vorzeitige Verschleißerscheinungen an den kleinen Wirbelgelenken die Folge.

An der HWS fanden wir häufig eine Kyphose der unteren und eine verstärkte Lordose der oberen Abschnitte, wohl kompensatorisch bedingt. Am Übergang lokalisierten die Patienten meist die Beschwerden als Schmerzen, die in den Hinterkopf und in die Schulter ausstrahlten. Als Ursache möchte ich Zugspannungen in der Gelenkkapsel und einen Periostreiz des Ansatzes der Ligamenta interspinalia durch Überbeanspruchung annehmen.
Beziehungen zwischen Fehlhaltung, Schmerzangaben und Alter der Patienten konnten wir einwandfrei finden.

Von den Patienten mit leichter Fehlhaltung (36,4 %) war der überwiegende Teil unter 30 Jahren und gab keine Beschwerden an. Von den Patienten mit mittelgradiger Fehlhaltung (38,2 %) war der größte Teil über 50 Jahre und nur 9,6 % gaben keine Schmerzen an, 22,6 % klagten über Wetterfühligkeit und Schmerzen nach längerem Stehen und leichter Arbeit und 6 % gaben Dauerschmerzen an.

Von den Patienten mit schwerer Fehlhaltung (25,4 %) war wiederum der größte Teil über 50 Jahre alt und nur mehr 2,4 % gaben keine Beschwerden an. Über Dauerschmerzen klagten 6,4 %.

Als Gründe für fehlende Beschwerden trotz mittlerer bis starker Fehlhaltung sind starke Muskulatur, Gymnastik und gute Spangenbildung bzw. Ankylosierung anzugeben. Als Gründe für die Dauerschmerzen nehmen wir mangelnde Spangenbildung an den traumatisch veränderten Wirbelkörpern, Subluxationsstellung der Wirbelgelenke und Schwäche der Muskulatur an.

## 10. WERTUNG WICHTIGER BEFUNDE DER NACHUNTERSUCHUNG

Druck- und Klopfschmerz an der Bruchstelle, wie wir sie bei 29,4 % der Nachuntersuchten, Stauchungsschmerz, den wir bei 16,4 % und Hartspann, den wir bei 45 % fanden, erklären sich aus den Folgezuständen von Gelenkbrüchen, die in Fehlstellung geheilt sind, aus secundären spondylarthrotischen Veränderungen, aus einer nachweisbaren Instabilität in den WS-Abschnitten an der Bruchstelle oder aus einem Baastrup-Syndrom.

Am häufigsten wurde ein Klopfschmerz von Patienten angegeben, bei denen der Unfall erst zwei bis vier Jahre zurücklag. BROCHER stellt als Ursache Beschwerden an der Bruchstelle eine pathologische Verschieblichkeit in dem darunterliegenden Zwischensegment heraus, was sich röntgenologisch als Dorsaldislokation zeigt. Mit dieser Ansicht ließe sich unser hoher Prozentsatz an Hartspann erklären.
HOPF glaubt ebenfalls, daß die an die verletzten Wirbelkörper angrenzenden Bandscheiben häufig Lockerungen aufweisen. LEGER bezeichnet dagegen eine Verschieblichkeit zwischen einzelnen Wirbelkörpern bis zu 2 mm noch als normal.

## 11. VERÄNDERUNGEN AN DEN WIRBELKÖRPERN AM RÖNTGENBILD BEI DER NACHUNTERSUCHUNG 2 BIS 22 JAHRE NACH DEM UNFALL UND WERTUNG DER ERGEBNISSE

Die auffallendste und häufigste posttraumatische Veränderung an den Wirbelkörpern war die Randzacken- und Spangenbildung. Gegenüber dem Unfalltag, an dem 29,1 % von 55 nachuntersuchten Patienten Randzackenbildungen aufwiesen, waren es bis 12 Monate nach dem Unfall bereits 52,7 % und bei der Nachuntersuchung 2 bis 11 Jahre nach dem unfall 63,6 % der Patienten.

SALEM und WEHRLE fanden in ihrem Krankengut bei 2/3 der Fälle eine auf den Verletzungsbereich beschränkte Spondylosis deformans traumatica.
Bei der Spangenbildung ließ sich bei unseren Patienten gegenüber dem Unfall bei der Nachuntersuchung eine Steigerung um 30,9 % feststellen.

Die Pathogonese der spondylosis deformans ist durch Untersuchungen von LOB weitgehend aufgeklärt.
Es handelt sich um die Folgen traumatischer Faserrisse des anulus fibrosus der Bandscheibe. Durch den Einriß der Fasern, die die Randleisten von zwei gegenüberliegenden Wirbelkörpern verbinden, kommt es zu einer Gefügelockerung des Wirbelkörpers und zu einer Überbeanspruchung des vorderen Längsbandes, das den Halt übernehmen muß. Die Zerrungen der Bandscheibe werden am Ansatz des Bandes am Wirbelkörper wirksam. Die Verknöcherung des Bandes geht nach LOB von diesen Ansatzstellen aus. Da keine Verbindung des hinteren Längsbandes mit dem Wirbelkörper besteht, bilden sich im Wirbelkanal keine Randzacken.
SCHEIDT ist der Ansicht, daß zur Ausbildung der Spondylosis deformans traumatica ein Zeitraum von 16 bis 18 Monaten nötig sei. Wir schließen uns nach unseren Beobachtungen mehr den Meinungen von LOB und M. LANGE an, daß sich der überwiegende Teil der Randzacken bereits im ersten Jahr nach dem Unfall gebildet hat. BECK setzt den Zeitpunkt noch tiefer auf 4 bis 8 Wochen nach dem Unfall. Hier sollte man aber eher an periostal gebildeten Kallus denken.

Man sollte die Spondylosis deformans nach Wirbelbrüchen nicht überbewerten, da es sich nicht so sehr um einen Krankheitsvorgang sondern um einen Ausheilungsversuch nach einer Bandscheibenläsion handelt und sie meist nicht die Ursache von Beschwerden darstellt.

Nach EHALT weisen nach dem 40. Lebensjahr nur 3 % aller Gesunden keine spondylotischen Veränderungen auf.
Daß ein Wirbelbruch mit Änderung der Statik der WS zu einer secundären Spondylosis deformans über den Bruchbereich hinaus führen kann, konnten wir auf den Röntgenbildern besonders bei jugendlichen Patienten deutlich sehen.

Zwischenwirbelraumveränderungen:

Bei der Nachuntersuchung 2 bis 11 Jahre nach dem Unfall fanden wir bei 85,5 % der Patienten Zwischenwirbelscheibenverschmälerungen verschiedenen Ausmaßes und bis 22 Jahre nach dem Trauma sogar bei 96,6 %.
Diese Tatsache erklärt, daß in der Pathogenese der vertebralen Syndrome den Veränderungen der Bandscheibe eine wesentliche Bedeutung zukommt. Veränderungen der Zwischenwirbelscheibe vermindern die Leistungsfähigkeit der WS, führen zu Formveränderungen der angrenzenden Abschnitte, beeinträchtigen die Beweglichkeit und führen schließlich zu Schmerzzuständen durch abnorme Beanspruchung des Kapsel-, Band- und Muskelapparates. Die häufigste Veränderung der Bandscheibe ist die Verschmälerung. Kommt es im Laufe der Jahre zu einer stärkeren Läsion der Bandscheibe mit ausgedehnter Zerstörung der Knorpelplatte des Wirbelkörpers, so verdichten sich reaktiv die angrenzenden Knochenbälckchen im WK und es kommt zu einer Osteochondrose mit Sklerosierung der Deck- und Grundplatten und secundärer Spondylosis deformans, die meist vergesellschaftet sind, wie wir es Jahre nach dem Unfall häufig beobachten konnten.
Die Bandscheibenverschmälerung schafft ähnlich wie die Wirbelkörperkeilform neue statische Verhältnisse durch Verstärkung der Kyphose an der BWS und durch eine folgenschwerere Abflachung der Lendenlordose.

Nach Wirbelfrakturen wird häufig einige Zeit nach dem Unfall infolge Abnützung durch Überbeanspruchung bei Fehlhaltung eine ausgeprägte Arthrose beobachtet. Wir sahen derartige Veränderungen besonders auffällig nach einer Stellungsänderung der Gelenkflächen durch eine posttraumatische Skoliose.
Am Röntgenbild lassen sich die Veränderungen an den verletzten Wirbelbogen und den Gelenkfortsätzen kaum voneinander trennen. Wegen der Arbeitsüberlastung konnten bei unseren Nachuntersuchungen nur Aufnahmen in zwei Ebenen gemacht werden.
Überschneidungen und Überlagerungen ließen sich daher nicht vermeiden und beeinträchtigten die Diagnose.

Wir fanden bei unseren Patienten 2 bis 22 Jahre nach dem Unfall bei 15,3 % eine ausgeprägte Arthrose der Wirbelgelenke. Diese wohl zu niedere Zahl ist auf die Schwierigkeiten einer derartigen Diagnose auf Routinebildern zurückzuführen.

BRÜCKNER und UNGER fanden bei 56 % ihrer Wirbelsäulenpatienten eine Arthrosis deformans und weisen darauf hin, daß der Grad der im Röntgenbild erkennbaren arthrotischen Veränderungen nicht ausschlaggebend für die subjektiven Beschwerden ist. Diese Ansicht können wir bestätigen.

Ein interessantes Krankheitsbild, das allein aus der Fehlhaltung der WS resultiert, ist das Baastrupsche Krankheitsbild. Dieses Syndrom ist auch als kissing spine beschrieben worden. Rücken durch eine Fehlhaltung die Dornfortsätze näher aufeinander, so kommt es zu Reibungen und Bandzerstörung.
Röntgenologisch finden sich Sklerosierungen der angrenzenden Dornfortsatzflächen mit unregelmäßigen Konturen.
Wir fanden dieses Syndrom bei der Nachuntersuchung bei 8 von 86 Patienten.

Als Ursachen fanden wir Zwischenwirbelscheibenverschmälerung und stärkere Lordosierung der LWS.
Die Klagen von seiten der Patienten gingen von lokalisierten Schmerzen mit Verstärkung bei der Reklination bis zur Ausstrahlung zur Seite im Sitzen oder nach längerem Stehen.

## 12. SCHLUßFOLGERUNG

Aus der Sicht vieler Jahre nach dem Unfall betrachtet muß man sagen, daß mit beiden Behandlungsmethoden in den Händen erfahrener Therapeuten gute funktionelle Ergebnisse zu erzielen sind, und dieser Befund ist letztlich ausschlaggebend.
Wichtig für gute Erfolge sind nach unserer Meinung strenge Indikationsstellung, optimaler Sitz des Gipses, der Zeitpunkt der Gipsabnahme sollte nur vom Röntgenbild abhängiggemacht werden, frühzeitige und ausgewählte Übungsbehandlung zur Stärkung der Rückenmuskulatur und eine Übungsgymnastik über Jahre, denn nur muskulär fixierte Wirbelkörper können, bevor sich Spangen gebildet haben, am Abgleiten in pathologische Stellung unter Reizung der Wirbelgelenke gehindert werden.

Da auch die schwersten Formen der Wirbelsäulenverletzung stabil ausheilen, wird zum entscheidenden Maßstab für die Spätbeschwerden die Beeinträchtigung der Statik der Wirbelsäule. Die Auswirkungen der Fehlstatik auf die kleinen Wirbelgelenke, die zu Kreuzschmerzen in der Paramedianlinie der WS mit gürtelförmiger Ausstrahlung und Tiefenschmerz führen und die überforderte Muskulatur und der Bandapparat, die die Kreuzschmerzen in der Medianlinie erklären, können die subjektiven Schmerzangaben der Patienten nach dem Unfall ausreichend verständlich machen. Das objektive Zeichen für die Spätbeschwerden bleibt jedoch die Abknikkung der Wirbelsäulenachse mit ihren Kompensationsmechanismen.

Die posttraumatischen Folgezustände der WS sind ebenso komplex wie ihr Aufbau und ihre Funktion,und häufig lassen sich weder die Ursachen noch die betroffenen Bezirke mit Sicnerheit erfassen.

## F. Z U S A M M E N F A S S U N G

Nach einem Überblick über die Entwicklung der Wirbelfrakturenbehandlung in den letzten 40 Jahren werden an Hand des Krankengutes der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg der Jahre 1946-1967 an 513 Fällen von traumatisch bedingten Wirbelfrakturen die Besonderheiten der Wirbelsäulenverletzungen nach Bruchformen, Entstehungsmechanismus, Lokalisation und Altersdisposition der typischen Verletzungen, Symptomatik, Nebenverletzungen und Therapie abgehandelt.

Die Behandlung, die bei 59 % unserer Patienten nach der Methode von MAGNUS und bei 39 % nach BÖHLER durchgeführt wurde, wird hinsichtlich des ersten Aufstehens der Patienten nach dem Unfall, Krankenhausaufenthalt, Beginn der Übungstherapie, Nachbehandlung und Zeitpunkt bis zur Erlangung der Arbeitsfähigkeit verglichen.

| Ergebnisse | Therapie nach BÖHLER | nach MAGNUS |
|---|---|---|
| Erstes Aufstehen der Patienten | 2,98 Wochen | 6,15 Wochen |
| Krankenhausaufenthalt | 5,50 Wochen | 7,80 Wochen |
| Beginn der Übungstherapie | 2,75 Wochen | 3,86 Wochen |
| Nachbehandlung | 10,20 Wochen | 7,70 Wochen |
| Arbeitsfähigkeit | 21,20 Wochen | 16,70 Wochen |
| Gipsabnahme | 11,22 Wochen | -------- |

An Hand der Spätergebnisse (gewonnen aus der Nachuntersuchung 2 bis 22 Jahre nach dem Unfall), die nach Schmerzangaben, Beweglichkeit der Patienten und Grad der Achsenknickung der Wirbelsäule, bedingt durch Nachsintern der Wirbelkörper verglichen wurden, konnte aus der Sicht der Jahre nach dem Unfall (2 bis 22 Jahre) kein augenfälliger Vorteil für eine der beiden Therapiemethoden gefunden werden.

Bei 9,6 % der nach BÖHLER therapierten Patienten war es zu einer stärkeren Nachsinterung der aufgerichteten Wirbelkörper gekommen und bei 7,1 % zu einer mäßigen Zunahme der Kompression der gebrochenen Wirbelkörper.
Bei 83,3 % der Patienten blieb das Ergebnis der Aufrichtung erhalten.
Bei 17,3 % der nach MAGNUS behandelten Patienten kam es nach Behandlungsabschluß zu einer stärkeren Nachsinterung der gebrochenen Wirbelkörper.

Zum Schluß der Arbeit werden Nachuntersuchungsbefunde von 86 Patienten, ergänzt durch Fragebogen und Gutachtenaussagen hinsichtlich Haltungsänderungen und Wirbelkörperveränderungen am Röntgenbild aufgezeigt, und subjektive Schmerzangaben aus der veränderten Statik der Wirbelsäule zu objektivieren versucht.

Herrn Priv. Doz. Dr. C. V o r s t e r danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas und die wertvollen Ratschläge.

Herrn Prof. Dr. E. K e r n bin ich für die Übernahme des Korreferates zu großem Dank verpflichtet.

Herrn Dr. H. v. B a b o danke ich für die Überlassung der Röntgenbilder.

Danken möchte ich auch Frau Beck und Frau Dülck von der Bibliothek der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg.

# G. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S


Baastrup, C. J. — Proc. spin. vert. lumb. und einige zwischen diesen liegende Gelenkbildungen mit path. Prozessen in dieser Region. Fortschr. Röntgenstr. 48, 430 (1933)

Barnes, R. — Paraplegia in Cervical Spine Injuries J. Bone It. Surg. 30-B 234 (1948)

Baumann, E. — Hefte für Unfallheilkunde H. 42, 35 - 45 (1951)

Beck, W. — Die röntgenologisch-sichtbare Heilung von W-Brüchen und Bandscheibenschäden Unfallheilk. H. 154 - 157 (1955)

Becker, Th. — Mschr. Unfallheilkunde 54, 56 (1951)

Becker, Th. — Arch. Klin. Chir. 200, 22 (1940)

Blumensaat, C. — Sagittale Längsbrüche der Halswirbelkörper. Chirurg 19, 52 - 55 (1948)

Böhler, J. — Verletzungen der Halswirbelsäule. Verh. dtsch. orthop. Ges. 93 314 - 321 (1960)

Böhler, J. — Sollen Wirbelbrüche mit Lähmungen reponiert werden? Langenbecks Arch. und Dtsch. Z. Chir. 279, 222 - 228 (1954)

Böhler, J. — Verletzungen der Wirbelsäule. Münchener Med. Wschr. 109, 117 - 121 (1967)

Böhler, J. — Ist die Fixation der HWS-Verletzung notwendig? Langenbecks Arch. klin. Chir. 292, 529 - 533 (1959)

Böhler, J. — Die Verrenkung des Atlas nach hinten mit Abbruch des dens epistropheus und ihre Behandlung. Schweiz. med. Wschr. 184 - 186 (1948)

Böhler, J. — Operationsindikation und Technik bei frischen Brüchen des dens epistropheus. Zbl. Chirurgie 87, 657 - 661 (1962)

| | |
|---|---|
| Böhler, L. | in: Die Technik der Knochenbruchbehandlung I.<br>Verlag W. Maudrich Wien (1953) |
| Böhler, L. | Technik der Behandlung von Wirbelbrüchen mit und ohne Lähmung im dorsalen Durchhang.<br>Chir. 13, 365 - 373 (1941) |
| Böhler, L. | Wandlungen in der Behandlung und Begutachtung von Wirbelbrüchen.<br>64. Tag. d. Dtsch. Ges. f. Chir.<br>Sitzg. v. 27 - 30. III. 1940 |
| Böhm, P. O. | Ergebnisse der Wirbelbruchbehandlung im Krankenhaus der Aachener Knappschaft in Bardenberg.<br>Köln: Diss. (1939) |
| Bourmer, H. R. | Die voll ausgebildete WS-Verletzung.<br>Chirurg 22, 107 - 109 (1951) |
| Brocher, J. E. W. | in: Die WS-Leiden und ihre Differentialdiagnose.<br>Thieme Verlag Stuttgart (1966) |
| Brocher, J. E. W. | Die Luxationsfraktur des Atlas.<br>Fortschr. Röntgenstr. 94, 224 - 227 (1961) |
| Brückner, R.<br>Unger, R. | Nachuntersuchungen nach WS-Frakturen.<br>Zbl. Chir. 87, 1925 - 1933 (1962) |
| Bürkle de la Camp, H. | Handbuch der gesamten Unfallheilkunde<br>Band 1 - 3<br>Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1963) |
| Bürkle de la Camp, H. | Die Unfallchirurgie der Wirbelsäule.<br>Hefte Unfallheilkunde H. 66, 112 - 121 (1961) |
| Bürkle de la Camp, H. | Zur Behandlung der HWS-Luxationen.<br>Langenbecks Arch. f. klin. Chir. 292, 514 - 522 (1959) |
| Bürkle de la Camp, H. | Funktionelle WB-Behandlung oder Böhlersche Wirbelbruchaufrichtung?<br>Langenbecks Arch. f. klin. Chir. 200, 321 - 337 (1941) |
| Cloward, R. B. | Vertebral body fusion for ruptured cervical discs.<br>Amer. I. Surg. 98, 722 (1959) |
| Cloward, R. B. | Treatment of acute fractures and fracture-dislocations of the cervical spine by vertebral body fusion.<br>J. Neurosurg. 18, 201 (1961) |

Crawford, A. J. — The modern treatment of fractures of the spine. Medical Press 5915, 369 - 374 (1952)

Crutchfield, W. and Schultz, E. C. — Fractures and dislocations of the spine. Amer. J. Surg. 75, 219 - 226 (1948)

Crutchfield, W. — Skeletal skull traction. J. Bone It. Surg. 20, 696 (1938)

Davis — Journ. Bone and Joint. 11, 133 (1929)

Dehne, E. und Schubert, J. — Behandlung der Wirbelkompressionsfrakturen durch sofortige zunehmende Mobilisierung. U. S. armed Forces med. J. 9, 1736 - 1744 (1958)

Dubois, M. — Die Bedeutung der degenerativen Vorzustände bei stumpfen Verletzungen der Wirbelsäule. Verh. dtsch. orthop. Ges. 93, 302 - 313 (1960)

Drogula, K. H. — Formveränderungen der Wirbelsäule bei Osteoporosen. Z. Orthop. 90, 444 - 457 (1958)

Dunlap, J. P., Morris, M. and Thompson, R. G. — Halswirbelsäulenverletzungen bei Kindern. J. Bone Surg. A. 40, 681 - 686 (1958)

Ehalt, W. — Das Trauma der Wirbelsäule und seine Spätfolgen. Wien. med. Wschr. 649 - 652 (1954)

Ehlert, H. — Zur Behandlung der Wirbelbrüche. Mschr. Unfallheilk. 69, 109 - 112 (1966)

Emminger, E. — Zur pathologischen Anatomie des Schleudertraumas der Halswirbelsäule. L. Arch. f. klin. Chir. 316, 445 - 457 (1966)

Emminger, E. — Die Anatomie und Pathologie des blockierten Wirbelgelenkes. Hippokrates Stuttg. 38, 253 - 258 (1967)

Estridge, M. N. and — Vordere Halswirbelsäulenversteifung. Lösung eines Teilproblems. J. Neurosurg. 20, 441 - 444 (1963)

Evrard, H. — Wert und Grenzen der funktionellen Behandlung der Wirbelbrüche. Acta chir. belg. 58, 281 - 304 (1959)

Fenster, G. — Posttraumatische Spangenbildung an der Wirbelsäule. Mschr. Unfallheilk. 46, 533 - 537 (1939)

| | |
|---|---|
| Francillon, M. R. | Isolierte Bogen- und Gelenkfortsatzfrakturen im Bereich der Lendenwirbelsäule. Verh. dtsch. orthop. Ges. 93, 321 - 324 (1960) |
| Franke, F. | Inaug. Diss. Würzburg noch nicht veröffentlicht. |
| Gelehrter, G. und Vittali, H. P. | Verletzungsformen der HWS mit Ausnahme der Kopfgelenke. Arch. für Orthop. und Unfallchir. 52, 287 - 370 (1960) |
| Gelehrter, G. | Arch. f. orthop. Unfallchir. 49, 253 (1957) |
| Gelehrter, G. | in: W. Ehalt, Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen. Stuttgart (1961) |
| Gerlach, J. und Jensen, H. P. | in: Traumatologie in der chirurg. Praxis. Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York 202 - 226 (1965) |
| Giebel, M. G. | Schleudertrauma der Halswirbelsäule, Differentialdiagnose, Therapie und Begutachtung. Langenbecks Arch. f. klin. Chir. 316, 437 - 461 (1966) |
| Glorieux, P. | Fortschr. Röntgenstr. 53 (1936) |
| Hackethal, K. H. | Über eine typische Wirbelverschiebung bei Wirbelkörperbrüchen. Hefte Unfallheilk. H. 48, 158 - 161 (1955) |
| Hansen, J. | Schlußwort zu Böhlers Bemerkungen zur Arbeit von Schwerdtfeger: Erfahrungen mit der Wirbelbruchbehandlung nach Böhler. Arch. orthop. und Unfallchir. 41, 129 - 131 (1941) |
| Hansen, J. | Arch. Orthop. u. Unfallchir. 41, 129 - 131 (1941) |
| Hellner, H. | Wirbelbogenbrüche. Arch. orthop. Unfallchir. 35, 40 - 43 (1934) |
| Hempel, C. | Die Heilgymnastik in der Behandlung der Wirbelbrüche. Zbl. f. Chir. 324 - 329 (1943) |
| Herzmark, M. H. | Fracture of an articular process J. Bone Surg. 21, 1031 (1939) |

| | |
|---|---|
| Hoffmann, W. und Sander, E. | Behandlungsergebnisse der Wirbelkompressionsbrüche. Mschr. Unfallheilk. 69, 574 - 578 (1966) |
| Holle, F. und Sonntag, E. | Grundriß der gesamten Chirurgie I Springer Verlag Berlin (1960) |
| Hopf, A. | in: Handbuch der Orthopädie II Stuttgart, Georg Thieme (1954) |
| Hopf, A. | Organische Grundlagen der posttraumatischen Wirbelsäuleninsuffizienz. Zeitschrift f. Orthopädie 47. Kongreß, S. 337 - 343 (1960) |
| Hyman, G. | Modern treatment of fractures of the spine. Medical Press 359 - 362 (1952) |
| Jahna, H. | Behandlung und Behandlungsergebnisse von 36 Brüchen des dens epistropheus. Hefte Unfallheilk. H. 42, 99 - 148 (1961) |
| Junghanns, H. | Mschr. Unfallheilk. 54, 97 |
| Junghanns, H. | Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis. Band 28 (1964) Band 30 (1965) |
| Junghanns, H. | Gibt es eine posttraumatische Osteoporose (Sudecksche Dystrophie) an der Wirbelsäule? H. Unfallheilkunde, H. 44, 91 - 99 (1953) |
| Junghanns, H. | Traumafolgen an der gesunden und an der vorgeschädigten Wirbelsäule. Z. Unfallmed. Berufskr. 52, 101 - 122 (1959) |
| Junghanns, H. | Wirbelsäule-Schmerz-Trauma Begutachtung Hippokrates Verlag Stuttgart (1959) |
| Keller, G. | Kapselzerreißung an Wirbelgelenken und ihre Bedeutung. Frankf. Z. Path. 64, 531 - 541 (1953) |
| Krokowski, E. | Traumatische und osteoporotische Wirbelfraktur quantitativ beurteilt. Fortschr. Röntgenstr. 101, 190 - 194 (1964) |
| Krüger, E. | Traumatische Knorpelknötchen und Wirbelspätzusammenbruch. Mschr. Unfallheilk. 59, 76 - 81 (1956) |
| Lance, P. | Dorsolumbale Wirbelfraktur. Merkmale, Entwicklung und Behandlung. Rev. Prat. (Paris) 13, 1551 - 1571 (1963) |

Lange, M. — Grundlage der Beurteilung von Wirbelsäulenverletzungen und Erkrankungen. Springer Verlag Berlin (1951)

Lange, M. — Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie III. Band Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1967)

Leger, W. — Die Begutachtung der verletzten Wirbelsäule. Verh. dtsch. orthop. Ges. 93, 325 - 332 (1960)

Leger, W. — Hat die Kantenabtrennung an den Wirbelkörpern eine klinische Bedeutung? Arch. orthop. Unfallchir. 47, 159 - 172 (1955)

Lehmann, M. H. — Arch. klin. Chir. 200 (1940)

Lehmann, R. — Dorsale Wirbelkörperfraktur mit horizontalem Bogenbruch. Beitr. Orthop. 10, 701 - 703 (1963)

Liechti, A. — Die Röntgendiagnostik der Wirbelsäule und ihre Grundlagen; durchgesehen von A. Eggli Springer Verlag 1948 XI

Lindemann, K. und Kuhlendahl, H. — Die Erkrankungen der Wirbelsäule. Enke Verlag Stuttgart (1953)

Lob, A. — Die Wirbelsäulenverletzungen und ihre Ausheilung. Stuttgart, Georg Thieme Verlag (1954)

Lob, A. — Anmerkungen zum Thema Wirbelsäulenverletzungen. Med. Klin. 948 - 950 (1959)

Lob, A. — Dtsch. Z. Chir. 240 (1933)

Lob, A. — Dtsch. Z. Chir. 248 (1937)

Macnab, J. — Acceleration Injuries of the Cervical Spine. J. Bone It. Surg. 46 A, 1797 (1954)

Magnus, G. — Behandlung und Begutachtung des Wirbelbruches. Arch. Orthop. Unfall Chir. 29, 277 (1931)

Marx, H. — Horizontale Bogenbrüche der Lendenwirbelsäule. Zbl. Chir. 80, 1793 - 1796 (1955)

Nicoll, E. A. — Fractures of the dorso-lumbal spine. J. Bone Surg. 31 B, 376 - 394 (1949)

| | |
|---|---|
| Nodt, H. | Erfahrungen bei 30 Frakturen der Halswirbelsäule. Mschr. Unfallheilkunde 67, 18 - 25 (1964) |
| Ostermann, Fr. A. | Verlauf und Behandlung der Querfortsatzbrüche der Lendenwirbelsäule. Mschr. Unfallheilk. 48, 1 - 2 (1941) |
| Pap, K. | Gelenkte aktive Bewegungsbehandlung der Wirbelsäule. Arch. orthop. Unfallchir. 57, 284 - 291 (1965) |
| Petrokow, V. | Die Therapie der Wirbelbrüche über 30 Jahre. Zentr. Org. Ges. Chir. 134, 48 (1954) |
| Pitzke, K. F. | Verfahren und Ergebnisse der Wirbelbruchbehandlung. Auswertung einer das gesamte Bundesgebiet umfassenden Krankenhausumfrage unter besonderer Berücksichtigung der von Böhler und Magnus angegebenen Behandlungsverfahren. Med. Diss. v. 10. 12. 1958 München |
| Pizon, P. | Analyse der Folgen leichter Halswirbelsäulenverletzungen. Presse med. 71, 278 - 280 (1963) |
| Reber, E. W. und | Ein neues Verfahren zur Hyperextension und zur äußeren Fixation der Wirbelsäule. Chirurg 37, 182 - 183 (1966) |
| Roenik, D. | Über Diagnosen bei Wirbelverletzungen Arch. orthop. Unfallchir. 47, 589 - 596 (1955) |
| Regensburger, K. | Abgrenzung von angeborenen, erworbenen, degenerativen und traumatischen Veränderungen der Wirbelsäule. Hefte Unfallheilkunde 78, 302 - 304 (1964) |
| Rowe, G.<br>Roche, M. R. | Der lumbale Wirbelbogen. Röntgenologische Ossifikationsstudie. J. Bone Surg. 32 A, 554 - 557 (1950) |
| Salem, G.<br>Wehrle, W. | Traumatische Veränderungen der Wirbelsäule. Wien, Klin. Wschr. 75, 143 - 146 (1963) |
| Scheidt, R. und<br>Prinz, Fr. | Zur Behandlung der Impressionsfraktur der Wirbelkörper. Chirurg 22, 110 - 112 (1951) |
| Scheidt, R. | Über das Schicksal aufgerichteter Wirbelfrakturen. Mschr. Unfallheilk. 53, 140 (1950) |

| | |
|---|---|
| Scheidt, R. | Der traumatische Bandscheibenbruch und die Spondylosis def. traumatica. Mschr. Unfallheilk. 53, 278 - 285 (1950) |
| Schnelle, H. H. | Längen-, Umfangs-, und Bewegungsmaße des menschl. Körpers. Leipzig (1960) |
| Schröder, W. | Über Unfallverletzungen der altersveränderten Wirbelsäule. Arch. Orthop. Chir. 39, 532 - 540 (1939) |
| Schütz, W. | Die Behandlung der Wirbelsäulenkompressionsbrüche durch allmähliche Aufrichtung. Chirurg 22, 112 - 118 (1951) |
| Schwerdtfeger, K. | Arch. orthop. und Unfallchir. 37 478 - 493 (1937) |
| Seyfarth, H. | 120 WS-Verletzungen (Frakturen) einschließlich der Spätergebnisse. Verh. dtsch. orthop. Ges. 93, 372 - 377 (1960) |
| Sinberg, S. und Burman, M. S. | Fracture of the posterior arch of the atlas. J. amer. med. Assoc. 114, 1996 - 1998 (1940) |
| Smith, F. P. | Einbruch der Zwischenwirbelscheibe durch den Wirbelkörper. J. Neurosurg. 19, 594 - 598 (1962) |
| Störig, G. und Schilling, F. | Die Fraktur der Halswirbelsäule bei der Spondylarthritis ankylopoetica. Z. f. Orthop. 97, 492 - 502 (1963) |
| Sunder-Plassmann | Zbl. Chir. (1943) |
| Straube | Soll man Wirbelbrüche nach Böhler reponieren? Zbl. Chir. 259 - 262 (1940) |
| Vinz, H. | Frakturen im Bereich von Brust- und Lendenwirbelsäule bei Kindern. Chir. Klin. Med. Akad. Magdeburg, Zbl. Chir. 89, 817 - 827 (1964) |
| Vinz, H. | Die Subluxationen im Bereich der oberen Halswirbelsäule bei Kindern. Ursachen und Differentialdiagnose. Arch. orthop. Unfallchir. 56, 531 - 542 (1964) |
| Vinz, H. | Wirbelkörperbrüche bei Kindern. Ergebnisse einer Nachuntersuchung. Chir. Klin. d. med. Akad. Magdeburg Zbl. Chir. 90, 626 - 636 (1965) |

Vogt, B. — Zur Behandlung der Kompressionsfrakturen der untersten Brustwirbelkörper und der Lendenwirbelsäule. Praxis (Bern) 51, 515 - 516 (1962)

Vukovich, H. — Die Behandlung der Verrenkungsbrüche im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäulengrenze mit Verhakung der Gelenkfortsätze. Arch. orthop. Unfallchir. 47, 188 - 210 (1955)

Wachs, E. — Sollen Wirbelbrüche nach Böhler reponiert werden? Chirurg 10, 687 (1938)

Wanke, R.
Maatz, R.
Junge, H.
Lentz, W. — Knochenbrüche und Verrenkungen. 1. Auflage München, Berlin Urban und Schwarzenberg (1962)

Watson-Jones, R. — Fractures and joint injuries. Edinburgh, Livingstone 1955

Watson-Jones, R. — Brit. med. Journ. 1931, 1, 300

Weller, S.
Kern, E.
Kummer, Chr. — Die knöchernen Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Übersicht, Vergleich und Ergebnis verschiedener Behandlungsmethoden. Mschr. Unfallheilkunde 68, 239 - 243 (1965)

Westerborn, A. — Mechanismus, Behandlung und Prognose der Brust- und Lendenwirbelsäulenfrakturen. Acta chir. scand. (Stockh.) 102 59 - 83 (1951)

Witt, A. N. — Klinik und Therapie der Wirbelsäulenverletzungen. Verh. dtsch. orthop. Ges. 93 273 - 302 (1960)

Wurmig, P. — Zur Kenntnis der Luxationsfrakturen am dens epistropheus. Arch. orthop. Unfallchir. 47, 50 - 55 (1955)

Zillmer, H. — Behandlungsergebnisse aufgerichteter Kompressionsfrakturen im Bereich der Brustwirbelsäule und Lendenwirbelsäule. Mschr. Unfallheilk. 63, 224 - 238 (1960)

Zemp, J. — Die Vorderkantenabtrennung des Wirbelkörpers in klinisch-unfallmed. Sicht. Z. Unfallm. Berufskr. 49, 176 (1956)

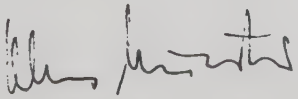
Zorn, L. Drahtextension am Schädel bei Halswirbelsäulenverletzungen. Chirurg 23, 106 - 110 (1952)

Zukschwerdt, L. Unfallverletzungen der Wirbelsäule und Beurteilung ihrer Folgen. Dtsch. med. J. 536 - 540 (1952)

Zukschwerdt, L. Wirbelgelenk und Bandscheibe. Ihre Beziehung zum vertebragenen Schmerz. Hippokrates, Stuttgart (1955)

# L E B E N S L A U F

| | |
|---|---|
| Name: | Klaus Christian Robert Münster |
| geboren: | 2. Januar 1941 in Regensburg/Donau |
| Eltern: | Christian Münster (Fabrikdirektor verstorben 1950) und Gattin Paula geborene Ezinger |
| Schulen: | Volksschule Regensburg-Schwabelweis 1947 - 1952<br>Neues Gymnasium Regensburg<br>September 1952 - Juli 1962 |
| Abitur: | Neues Gymnasium Regensburg am 18. 7. 1962 |
| Militärdienstzeit: | 1. Oktober 1962 - 30. September 1964<br>im Sanitätsdienst der Luftwaffe |
| Studium: | Medizinstudium an der Universität Würzburg<br>ab Wintersemester 1964/65 |
| | Vorphysikum 26. 10. 1965<br>Physikum 20. 4. 1967 |
| Ärztliche Prüfung: | An der Universität Würzburg im Frühjahr 1970 |

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein medizinisches Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.